# ENGENHARIA AGRONÔMICA:

## Ambientes Agrícolas e seus Campos de Atuação

2

Tamara Rocha dos Santos
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2021

# ENGENHARIA AGRONÔMICA:

## Ambientes Agrícolas e seus Campos de Atuação

## 2

Tamara Rocha dos Santos
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2021

**Editora Chefe**
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
**Assistentes Editoriais**
Natalia Oliveira
Bruno Oliveira
Flávia Roberta Barão
**Bibliotecária**
Janaina Ramos
**Projeto Gráfico e Diagramação**
Natália Sandrini de Azevedo
Camila Alves de Cremo
Luiza Alves Batista
Maria Alice Pinheiro
**Imagens da Capa**
Shutterstock
**Edição de Arte**
Luiza Alves Batista
**Revisão**
Os Autores

2021 *by Atena Editora*
*Copyright* © Atena Editora
*Copyright* do Texto © 2021 Os autores
*Copyright* da Edição © 2021 Atena Editora
Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**
**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Atena Editora
Ano 2021

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant'Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



Atena Editora
Ano 2021

**Ciências Biológicas e da Saúde**
Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**
Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

**Linguística, Letras e Artes**
Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª DrªFernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

**Conselho Técnico Científico**
Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atílio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Ciências Agrárias

Atena Editora
Ano 2021

Engenharia agronômica: ambientes agrícolas e seus campos de atuação 2

**Bibliotecária:** Janaina Ramos
**Diagramação:** Camila Alves de Cremo
**Correção:** Maiara Ferreira
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista
**Revisão:** Os Autores
**Organizadora:** Tamara Rocha dos Santos

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

E57 Engenharia agronômica: ambientes agrícolas e seus campos de atuação 2 / Organizadora Tamara Rocha dos Santos. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-045-9
DOI 10.22533/at.ed.459210405

1. Agronomia. I. Santos, Tamara Rocha dos (Organizadora). II. Título.

CDD 630

**Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

**Atena Editora**
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2021

Ciências Agrárias

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

# APRESENTAÇÃO

A “Engenharia Agronômica: Ambientes Agrícolas e seus Campos de Atuação” é uma obra que apresenta dentro de seu contexto amplas visões que reflete em ambientes agrícolas e seus campos de atuação trazendo inovações tecnológicas e sustentáveis que proporciona em melhorias sociais, ambientais e econômicas para toda comunidade agrária.

A coleção é baseada na discussão científica através de diversos trabalhos que constitui seus capítulos. Os volumes abordam de modo agrupado e multidisciplinar pesquisas, trabalhos, revisões e relatos de que trilham nos vários caminhos da Engenharia Agronômica.

O objetivo principal foi apresentar de modo agrupado e conciso a diversidade e amplitude de estudos desenvolvidos em inúmeras instituições de ensino e pesquisa do país. Inicialmente são apresentados trabalhos relacionados a sustentabilidade, envolvendo questões agroecológicas, produção orgânica e natural, e suas relações sociais. Em seguida são contemplados estudos acerca de inovações tecnológicas do meio rural, que abrange qualidade de sementes, nutrição mineral, mecanização, genética, dentre outros. Na sequência são expostos trabalhos voltados à irrigação e manejo do solo, envolvendo processos hídricos, sistemas agroflorestais e adubação.

A obra apresenta-se como atual, com pesquisas modernas e de grande relevância para o país. Apresenta distintos temas interessantes, discutidos aqui com a proposta de basear o conhecimento de acadêmicos, mestres, doutores e todos que de algum modo se dedicam pela Engenharia Agronômica. Abrange todas regiões do país, valorizando seus diferentes climas e hábitos.

Inicialmente são apresentados trabalhos relacionados a sustentabilidade, envolvendo questões agroecológicas, produção orgânica e natural, e suas relações sociais. Em seguida são contemplados estudos acerca de inovações tecnológicas do meio rural, que abrange qualidade de sementes, nutrição mineral, mecanização, genética, dentre outros. Na sequência são expostos trabalhos voltados à irrigação e manejo do solo, envolvendo processos hídricos, sistemas agroflorestais e adubação.

Assim a obra Engenharia Agronômica: Ambientes Agrícolas e seus Campos de Atuação expõe um conceito bem fundamentado nos resultados práticos atingidos pelos diversos educadores e acadêmicos que desenvolveram arduamente seus trabalhos aqui apresentados de modo claro e didático. Sabe-se da importância da divulgação científica, portanto ressalta-se também a organização da Atena Editora habilitada a oferecer uma plataforma segura e transparente para os pesquisadores exibirem e disseminarem seus resultados.

Tamara Rocha dos Santos

## SUMÁRIO

**CAPÍTULO 1** ..... **1**

COMPARAÇÃO DO FLORENCIMENTO DO TOMATE HIDROPÔNICO COM O CONVENCIONAL

Nathan Aparecido Grigoleto
Cesar Cayque de Andrade Gomes
Luiz Miguel de Barros
Luciana Teixeira de Paula

**DOI 10.22533/at.ed.4592104051**

**CAPÍTULO 2** ..... **6**

HÁBITOS DE HIGIENE DE MANIPULADORES DE ALIMENTOS NO CONTEXTO DOMÉSTICO DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19

Rodrigo Vieira Apolonio
Andressa Nilce Cabral
Deise Gazineu Coraça
Carolina de Oliveira Virgolino Coelho
Cristina Vitor de Lima
Daiane Lima Martins
Ana Paula de Oliveira Pinheiro
Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes Faria

**DOI 10.22533/at.ed.4592104052**

**CAPÍTULO 3** ..... **22**

ESTIMATIVA DA EMISSÃO DE CARBONO EQUIVALENTE A PARTIR DO USO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS NA CAFEICULTURA: ESTUDO DE CASO

Beatriz Regina de Oliveira Anderson
Geraldo Gomes de Oliveira Júnior
Daniela Ferreira Cardoso
Luciana Maria Vieira Lopes
Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido
Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho

**DOI 10.22533/at.ed.4592104053**

**CAPÍTULO 4** ..... **29**

EFEITO DA PLICAÇÃO DE NUTRIENTES VIA FOLIAR E NO PAINEL DE SANGRIA NA CULTURA DA SERINGUEIRA

Elaine Cristine Piffer Gonçalves
Mariana Ayres Rodrigues
Anita Schmidek
Ivana Marino Bárbaro-Torneli
Antonio Lúcio Mello Martins
José Antonio Alberto da Silva
Marcelo Henrique de Faria
Fernando Bergantini Miguel
Monica Helena Martins

**DOI 10.22533/at.ed.4592104054**

**CAPÍTULO 5** ..... **35**

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA SOBRE COMPOSIÇÃO QUÍMICA, NA REGIÃO DO INFRAVERMELHO, DE BIOCARVÃO PRODUZIDO A PARTIR DE CASCAS DE CUPUAÇU

Fabrício Marinho Lisbôa
Selma de Oliveira Freitas
Michelle Silva Ramos
Melissa Andrade Zamai
Michely Andrade Zamai

**DOI 10.22533/at.ed.4592104055**

**CAPÍTULO 6** ..... **44**

DIVERSIDADE DOS GRUPOS FUNCIONAIS DA FAUNA EDÁFICA SOB DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO DE MILHO

Gabriela Gonçalves Costa
João Henrique Araújo de Albuquerque
Antonio Hyago Mendes Gonçalves
Sérgio Manoel Alencar Sousa
José Jonas Gomes Cavalcante
Cícero Aparecido Ferreira Araújo
Eduardo Oliveira Nascimento
Kaline Oliveira da Silva
Cicero Cordeiro Pinheiro
Márcio Godofrêdo Rocha Lobato
Sebastião Cavalcante de Sousa

**DOI 10.22533/at.ed.4592104056**

**CAPÍTULO 7** ..... **52**

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE UM PREBIÓTICO NO DESEMPENHO DE LEITÕES DESMAMADOS

Eduardo Miotto Ternus
Fabrizzio Matté
Lucas Piroca
Thalita Malta

**DOI 10.22533/at.ed.4592104057**

**CAPÍTULO 8** ..... **60**

CARACTERIZAÇÃO DOS PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS POR MEIO DE MÉTODO SUPERVISIONADO E NÃO SUPEVISIONADO

Gislaine S. Pereira
Leandro M. Gimenez

**DOI 10.22533/at.ed.4592104058**

**CAPÍTULO 9** ..... **70**

EXPRESSION OF ACCUMULATED NITROGEN AND BIOMASS IN INOCULATED AND COINOCULATED SOYBEAN IN SUGARCANE REFORM AREAS

Ivana Marino Bárbaro-Torneli

Elaine Cristine Piffer Gonçalves
Fernando Bergantini Miguel
José Antonio Alberto da Silva
Anita Schmidek
Marcelo Henrique de Faria
Marcelo Ticelli
**DOI 10.22533/at.ed.4592104059**

**CAPÍTULO 10 ..... 87**

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE MILHO SAFRINHA EM GUAÍRA E VOTUPORANGA, ESTADO DE SÃO PAULO, EM 2019
Fernando Bergantini Miguel
Ivana Marino Bárbaro-Torneli
Elaine Cristine Piffer Gonçalves
Anita Schmidek
José Antonio Alberto da Silva
Marcelo Henrique de Faria
Marcelo Ticelli
**DOI 10.22533/at.ed.45921040510**

**CAPÍTULO 11 ..... 95**

IMPORTÂNCIA DO ACOMPANHAMENTO TÉCNICO E GERENCIAMENTO DA SANGRIA NOS SERINGAIS
Elaine Cristine Piffer Gonçalves
Antonio Lúcio Mello Martins
Ivana Marino Bárbaro-Torneli
Anita Schmidek
Fernando Bergantini Miguel
José Antonio Alberto da Silva
Marcelo Henrique de Faria
Regina Kitagawa Grizotto
Marcelo Ticelli
**DOI 10.22533/at.ed.45921040511**

**CAPÍTULO 12 ..... 100**

DETERMINAÇÃO DE TEORES DE CLOROFILAS E CAROTENOIDES EM ALFACE, RÚCULA E CEBOLINHA
Lucas Alves Dias
Sérgio Shigueo Omura
Brenda Garcia
Rafael Eduardo Vansolini de Oliveira
Mírian da Silva Costa Pereira
**DOI 10.22533/at.ed.45921040512**

**CAPÍTULO 13 ..... 106**

INFLUÊNCIA DA ALTURA DE POSICIONAMENTO E COR DAS ARMADILHAS NA CAPTURA DE INSETOS
Rute Moreira Goveia

Lawrência Maria Conceição de Oliveira
Elaine de Novais Chaves
Domingas Nilcely Farias da Conceição
Darcy Alves do Bomfim
Geslanny Oliveira Sousa
**DOI 10.22533/at.ed.45921040513**

**CAPÍTULO 14 ..... 115**

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA (*Glycine max*) SUBMETIDAS A DIFERENTES INSETICIDAS EM TRATAMENTO DE SEMENTES E PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO
Gabriel Perez Ciscon
Nair Mieko Takaki Bellettini (in memoriam)
Silvestre Bellettini
João Henrique Sobjeiro Andrzejewski
Mathias Aparecido Alves
Luis Gustavo Perez de Oliveira
**DOI 10.22533/at.ed.45921040514**

**CAPÍTULO 15 ..... 124**

VANTAGENS DA PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MUDAS DE SERINGUEIRA EM SUBSTRATO E BANCADA SUSPENSA
Elaine Cristine Piffer Gonçalves
Antonio Lúcio Mello Martins
Marli Dias Mascarenhas Oliveira
Oswaldo Vischi Filho
Ivana Marino Bárbaro-Torneli
Anita Schmidek
Fernando Bergantini Miguel
José Antonio Alberto da Silva
Marcelo Henrique de Faria
Maria Argentina Nunes de Mattos
**DOI 10.22533/at.ed.45921040515**

**CAPÍTULO 16 ..... 133**

ÍNDICE DE CLOROFILA EM *Acmella oleracea* SUBMETIDO À CONDIÇÕES DE ESTRESSES POR SALINIDADE E SECA
Jhonatah Albuquerque Gomes
Rafael Magalhães de Aragão
Pedro Moreira de Souza Júnior
Marília de Freitas Cabral Aragão
Evely Juliana da Silva Oliveira
Danielle Siqueira da Silva Margalho
**DOI 10.22533/at.ed.45921040516**

**CAPÍTULO 17 ..... 140**

ANÁLISE MULTIVARIADA NO ESTUDO DA INTERAÇÃO CULTIVARES, BACTÉRIAS E

MICRONUTRIENTES NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE SOJA
Ivana Marino Bárbaro-Torneli
Elaine Cristine Piffer Gonçalves
Fernando Bergantini Miguel
José Antonio Alberto da Silva
Marcelo Henrique de Faria
Regina Kitagawa Grizotto
Marcelo Ticelli
Anita Schmidek
**DOI 10.22533/at.ed.45921040517**

**CAPÍTULO 18.....154**

EFECTO DEL TOSTADOR EN EL PERFIL DE TUESTE EN CAFÉ ESPECIAL CON DIFERENTE TAMAÑO
Guillermo Vargas-Elías
Carlos Cerdas Gerena
Sergio Barrantes Montoya
Jorge Castillo Vives
Fabiola Rojas Vásquez
**DOI 10.22533/at.ed.45921040518**

**CAPÍTULO 19.....163**

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna
João Victor da Silva Martins
Daniele Batista Araújo
Priscila Duarte Silva
Felipe Marinho Coutinho de Souza
Caíke de Sousa Pereira
José Manoel Ferreira de Lima Cruz
Adjair José da Silva
**DOI 10.22533/at.ed.45921040519**

**CAPÍTULO 20.....169**

PROJETO CONCEITUAL DE UMA ESTEIRA SELETORA DE CAFÉ DESENVOLVIDA A PARTIR DE UM SENSOR DE COR INTEGRADO COM A PLATAFORMA ARDUÍNO
Alexander Carvalho Ramos
Igor Santos de Melo
Myrna Martins Santos Moreira
Suelen Marques de Oliveira Durão
Anderson Gomide Costa
Marcus Vinícius Morais de Oliveira
**DOI 10.22533/at.ed.45921040520**

**CAPÍTULO 21.....175**

VARIAÇÃO ESTACIONAL DAS BACIAS LEITEIRAS EM FUNÇÃO DAS ANÁLISES ECONÔMICO-FINANCEIRAS NO BRASIL E NAS PROPRIEDADES RURAIS
Fernanda Giácomo Ragazzi

Thérèsse Camille Nascimento Holmström
Dayane Aparecida Santos
Nelma Pinheiro Fragata
Elisa Cristina Modesto
**DOI 10.22533/at.ed.45921040521**

**CAPÍTULO 22.....189**

CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO APLICADO ÀS PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DE CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DO EXTRATOR PRIMÁRIO
Rodrigo Silva Alves
Victor Augusto da Costa Escarela
Flavio Junior Pichioni
Thiago Orlando Costa Barboza
Paulo Ricardo Alves dos Santos
Carlos Alessandro Chioderoli
**DOI 10.22533/at.ed.45921040522**

**CAPÍTULO 23.....194**

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM REGULADOR VEGETAL PRODUZIDO A PARTIR DE LEVEDURA
Thaís Weber
Daiane Aparecida Weber
Bianca Pierina Carraro
Silvia Renata Machado Coelho
Odair José Kuhn
Thais Duquesne Falco
Diego Campeol
**DOI 10.22533/at.ed.45921040523**

**CAPÍTULO 24.....205**

PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR DESTINADA À FORRAGEM ADUBADA COM DIFERENTES TIPOS DE ESTERCO
Jonathan Bernardo Barboza
Vitor da Silva Rodrigues
Micaela Silva Coelho
Maria Izabel de Almeida Leite
Alan Keis Chaves de Almeida
Luzia Keli da Silva Coura
Laurenio Ventura Ferreira
Valéria Fernandes de Oliveira Sousa
Idelvan José da Silva
Cassiano Nogueira de Lacerda
Eliene Araújo Fernandes
**DOI 10.22533/at.ed.45921040524**

**CAPÍTULO 25.....213**

ALGORITMO DE MAPEAMENTO ESPECTRAL DE CICATRIZES DE QUEIMADAS NA

CAATINGA ATRAVÉS DE DADOS ORBITAIS MODIS E OLI
José Galdino de Oliveira Júnior
Jadiene Moura dos Santos
Julyane Silva Mendes Polycarpo
José Rafael Ferreira de Gouveia
Pabrício Marcos Oliveira Lopes
Geber Barbosa de Albuquerque Moura
Cristina Rodrigues Nascimento
**DOI 10.22533/at.ed.45921040525**

**CAPÍTULO 26 ..... 222**

PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA: QUALIDADE DO PROCESSO EM TRÊS VELOCIDADES OPERACIONAIS
Thiago Orlando Costa Barboza
Rodrigo Silva Alves
Layane Aparecida Mendes dos Santos
Victor Augusto da Costa Escarela
Pedro Henrique Silva Guimarães Cruz
Carlos Alessandro Chioderoli
**DOI 10.22533/at.ed.45921040526**

**CAPÍTULO 27 ..... 228**

MICROPROPAGAÇÃO DE GENÓTIPOS DE GÉRBERA A PARTIR DE FOLHA PECIOLADA
Tarcisio Rangel do Couto
João Sebastião de Paula Araujo
**DOI 10.22533/at.ed.45921040527**

**SOBRE A ORGANIZADORA ..... 243**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 244**

# CAPÍTULO 1

# COMPARAÇÃO DO FLORENCIMENTO DO TOMATE HIDROPÔNICO COM O CONVENCIONAL

*Data de aceite: 03/05/2021*

**Nathan Aparecido Grigoleto**
http://lattes.cnpq.br/2398533181410352

**Cesar Cayque de Andrade Gomes**
http://lattes.cnpq.br/5689257127790642

**Luiz Miguel de Barros**
http://lattes.cnpq.br/4730382979012706

**Luciana Teixeira de Paula**
http://lattes.cnpq.br/0709552327247223

**RESUMO**: Com as inovações na agricultura do nosso país, o agricultor vem desenvolvendo frequentemente sistemas de cultivos diferenciados. Alguns tipos de cultivos são desenvolvidos para diminuir os custos, outros com o intuito de produzir em maior quantidade e em menos tempo. Visando esses tipos de cultivos, um dos mais eficientes e com custo de montagem acessível, é o sistema hidropônico que se trata de uma fertirrigação: componentes nutritivos levados até as plantas, através dos sistemas de irrigações. Devido esse sistema dar um resultado eficaz, atribuímos a ideia de induzir essa maneira de cultivo no plantio convencional na cultura do tomate (*Solanumlycopersicum*). Foi utilizado vinte mudas de tomate, onde colocadas na hidroponia, juntamente com uma solução nutritiva apropriada para sua cultura. A mesma em forma de sais solúveis em água, foi elaborada através de recomendações via internet. O acompanhamento do desenvolvimento das mudas até seu florescimento, que ocorreu com vinte e quatro dias, resultou em uma eficácia de quinze dias adiantado,se comparado com o sistema de cultivo convencional.

**PALAVRAS-CHAVE**: Tomate, hidroponia, tipos de cultivo.

**ABSTRACT**: With the innovations in agriculture in our country, the farmer has been developing more and more differentiated cropping systems every day. Some crops developed to reduce costs, others due to low labor. Aimingat these types of cultivation, one of the most efficient and with an affordable assembly cost, it is the hydroponic system that is a fertigation: nutritious components, brought to the plants, through the irrigation systems. Because this system gives an effective result, we attribute the idea of inducing this way of cultivation in conventional planting in tomato culture (*Solanum lycopersicum*). Twenty tomato seedlings were used, where placed in hydroponics, together with an appropriate nutrient solution for tomato cultivation. The same in the form of water-soluble salts, was acquired via the internet. The monitoring of the development of the seedlings until their flowering, which occurred within 24 days, resulted in an efficiency of 15 days earlier, compared to the conventional cultivation system.

**KEYWORDS**: Tomato, hydroponics, types of cultivation.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção da cultura do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) da família das *Solanáceas*, da qual também fazem parte a batata, a berinjela, a pimenta, o pimentão, entre

outras hortaliças, se concentram nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e Goiás. Essa produção é corresponde à 80% do volume comercializado. Entretanto, ainda que em menor escala, planta-se tomate nos demais Estados brasileiros. (Lúcio Brunale 1993).

Com as inovações e técnicas de cultivo no Brasil, um dos mais comuns e mais utilizados em hortaliças é o cultivo hidropônico. Com facilidade de montagem,pouco custo de investimento e uma boa rentabilidade, sendo uma saída para quem tem pouco espaço de terreno e pensa em cultivar hortaliças, entre outros cultivares. Nos dias atuais o cultivo hidropônico é tão comum, que em várias culturas foram implantadas esse meio de cultivo e deram resultados excelentes.

O cultivo hidropônico do tomateiro é uma técnica com a qual pode-se obter maior produtividade e melhoria no controle de diversos fatores durante o ciclo produtivo. (Furlani et al., 1999; Cometti, 2003)

Os cultivos hidropônicos possibilitam a obtenção de produtos de boa qualidade quando comparados aos sistemas convencionais, devido a maior uniformidade na colheita e eficiência no uso da água para fins de irrigação. (Faquin et al., 1996; Teixeira 1996)

## OBJETIVO

O presente trabalho teve como principal objetivo identificar os benefícios do cultivo do tomate através da hidroponia.

Comparando com o cultivo do tomate convencional, analisando o progresso dos estágios da cultura, como o período de tempo até seu florescimento, sendo este um fator muito importante para a formulação dos resultados.

Avaliar o desenvolvimento das raízes, onde é de grande importância, por ser o local onde ocorre a maior absorção dos nutrientes nesse tipo de cultivo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em zona urbana, na cidade de Tabapuã-SP, do dia04/07/2018 à 16/08/2018. Foram formadas oitenta mudas de tomate (*Solanum lycopersicum*)da variedade MILAGOS, produzido pela SAKATA SEED SUDAMERICA. Posteriormente selecionando vinte mudas mais sadias para a realização do experimento.

A hidroponia foi feita por fluxo laminar NFT (O sistema hidropônico NFT é umatécnica de cultivo em água, no qual as plantas crescem tendo o seu sistema radicular dentro de um canal ou canaleta através do qual circula uma solução nutritiva composta de água e nutrientes).

Foram utilizados canos de PVC de 4 polegadas (10,6cm) com furos de 54 milímetros. As mudas foram colocadas nos canos com quinze dias após o plantio em bandejas, sustentadas por copos descartáveis com furos no fundo.

Os canos tinham o tamanho de 3 metros, tendo estes inclinação para que a água retornasse ao reservatório pela força da gravidade. Com declive padrão para o tomateiro, de 2 centímetros por metro, totalizando 6 centímetros por cano. As mudas foram inseridas com espaçamento de 60 centímetros entre elas, como ilustra a imagem abaixo:

1 Mangueira que leva solução nutritiva até os canos.

2 Tambor com solução nutritiva.

3 Copos descartáveis onde ficaram suspensas as mudas.

4 Canos de PVC onde corre a lâmina d'água com nutrientes

A solução nutritiva foi composta por sulfato de potássio, nitrato de potássio, nitrato de magnésio, coquetel de micronutrientes, fósforo, ferro e cálcio.

A solução é recomendada para um tambor de 500 litros. Saturamos esses sais dividindo por 10, para um tambor de 50 litros. Foi realizado uma medição de 3 em 3 dias da condutividade elétrica (Milisiemens), e através desta foi medido os sais compostos na água. Esses "sais" são os nutrientes dissolvidos em água que nutre as plantas, foram medidos através de um aparelho de chama CONDUTIVÍMETRO (medidor de concentração de sais que tem em determinada solução).

A condutividade chegava a sua menor concentração de sais medindo 1,2 milisiemens ao 3º dia, e ao seu pico maior após adicionar nutrientes chegou a 2,1 milisiemens.

Os nutrientes vieram em forma de "pó" solúvel em água. Segue abaixo a tabela em g (gramas) que demonstra a quantidade dos nutrientes em 500 litros d'água e seu resultado após saturar para 50 litros:

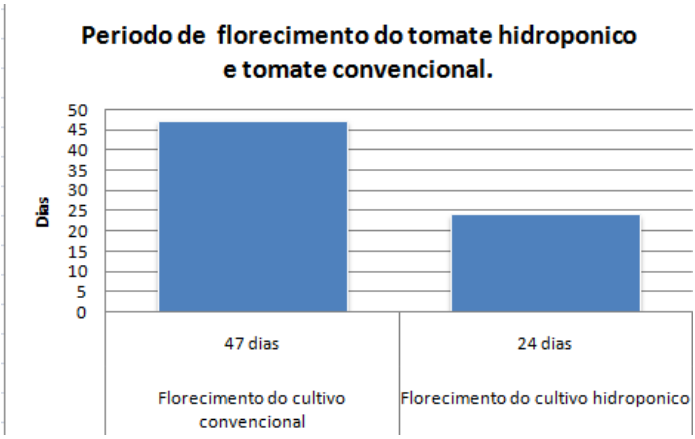
| Qtd em Litros | Cálcio | Fósforo | Sulfato de potássio | Nitrato de potássio | Nitrato de Magnésio | Ferro | Micro Nutrientes |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 500L | 340g | 134g | 100g | 150g | 50g | 15g | 15g |
| 50L | 34g | 13,4g | 10g | 15g | 5g | 1,5g | 1,5g |

Para fazer a água se locomover do reservatório para os canos, foi utilizado uma bomba de aquário com vazão de 90 L/m, formando assim uma lâmina d'água nos canos, a bomba ficou ligada em todo o período do experimento por 24 horas, sem desligamento. Dessa forma o tomate de maneira alguma ficou sem solução nutritiva circulando entre eles, e assim foi feito do começo ao fim do experimento.

## RESULTADOEDISCUSSÕES

De acordo com a TAKAGAKI HORTALIÇAS, os tomates apresentam suas primeiras flores entre 45 a 50 dias após o transplante de mudas. Comparado com os dados coletados no decorrer do trabalho, os tomates cultivados começaram o seu florescimento no dia 30/07/18, ou seja, 24 dias após serem transplantados para o sistema hidropônico.

Analisando também o sistema radicular do tomate hidropônico, que em média chegaram aos seus 90 centímetros, podemos identificar um grande desempenho comparado com dados do BOLETIM CIENTIFICO DO INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, as raízes no sistema convencional não ultrapassam os 75 centímetros. Segue abaixo o gráfico com os dados estatísticos da comparação entre os 2 sistemas de cultivo.




## CONCLUSÕES

Com resultados significativos, os dados coletados no presente trabalho, mostram que o tomate hidropônico tem um florescimento precoce se comparado ao convencional,

ou seja, também será antecipada a frutificação dos mesmos. O seu desempenho no desenvolvimento de raízes também demonstra um resultado surpreendente, onde as mesmas podem chegar à 15 centímetros a mais do que no cultivo convencional, aumentando a sua capacidade de absorção dos nutrientes.

Com isso, conseguimos concluir a grande eficácia no cultivo do tomate hidropônico, onde comparado ao cultivado convencionalmente, conduz uma produção em menor período de tempo.

## REFERÊNCIAS

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças.-Brasília: EMBRAPA·SPI, Lúcio Brunale 1993.

FURLANI PR;SILVEIRA LCP; BOLONHEZI D; FAQUIN V. 1999. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas: Instituto Agronômico. 50p. (Boletim técnico, 180)

FAQUIN V;FURTINI NETO AE; VILELA LAA. 1996. Produção de alface em hidroponia. Lavras: UFLA.

# CAPÍTULO 2

# HÁBITOS DE HIGIENE DE MANIPULADORES DE ALIMENTOS NO CONTEXTO DOMÉSTICO DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19

*Data de aceite: 03/05/2021*

*Data de submissão: 26/03/2021*

**Rodrigo Vieira Apolonio**
Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT
Cuiabá – MT
http://lattes.cnpq.br/6471729534761183

**Andressa Nilce Cabral**
Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT
Cuiabá – MT
http://lattes.cnpq.br/2918466511775372

**Deise Gazineu Coraça**
Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT
Cuiabá – MT
http://lattes.cnpq.br/8900988912715205

**Carolina de Oliveira Virgolino Coelho**
Discentes - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT
Cuiabá – MT
http://lattes.cnpq.br/7914405504033661

**Cristina Vitor de Lima**
Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT
Cuiabá – MT
http://lattes.cnpq.br/7902777889043005

**Daiane Lima Martins**
Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT
Cuiabá – MT
http://lattes.cnpq.br/1898233382567425

**Ana Paula de Oliveira Pinheiro**
Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT
Cuiabá – MT
http://lattes.cnpq.br/2925234725006342

**Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes Faria**
Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT
Cuiabá – MT
http://lattes.cnpq.br/0343631478123162

**RESUMO:** Os alimentos são facilmente expostos à contaminação, por isso é preciso que eles sejam corretamente higienizados, manipulados e conservados. Higienização e a sanitização adequada dos alimentos em ambiente domiciliar

contribuem positivamente na saúde pública reduzindo casos de agravos à saúde e até mesmo internação. O objetivo do presente estudo foi analisar a aplicação das boas práticas de manipulação, higienização e sanitização dos alimentos frescos e embalados em ambiente domiciliar. Os dados foram coletados a partir de formulário online com a participação de 260 voluntários. O formulário abordou questões sociodemográficas, hábitos de higiene e aplicação das boas práticas na manipulação dos alimentos. Entre os participantes, observou-se que 78% são do sexo feminino, 47,69% se declararam casados ou em união consensual, com ensino superior incompleto (27,7%). A maioria (65%) não mora com menor de 10 anos ou maiores de 60 anos (77%). A higienização das mãos é realizada ao longo do dia para 58% dos participantes, principalmente antes das refeições (91%) e após tocar a superfície da embalagem (68%). O distanciamento social, uso de máscaras e lavagem frequente das mãos estão entre as medidas de mitigação no combate à transmissão do SARS-CoV-2. Entre os entrevistados, 41,0% afirmaram que não evitam conversar durante o ato de preparo dos alimentos e 56% higienizam frutas e verduras antes do armazenamento na geladeira, apenas com água e sabão (29%) e 44% não higienizam alimentos embalados (latas e embalagens plásticas). A geladeira é higienizada apenas com água e sabão para 74% dos participantes. Conclui-se que as boas práticas de manipulação de alimentos e tópicos de educação em saúde não estão disseminadas entre a população, mesmo com a facilidade no acesso de diversos manuais de instruções de agências especializadas.
**PALAVRAS-CHAVE**: Alimentação, Coronavírus, Segurança dos alimentos.

## HYGIENE HABITS OF FOOD HANDLERS IN THE DOMESTIC CONTEXT DURING THE COVID-19 PANDEMIC

**ABSTRACT**: Food is easily exposed to contamination, so it needs to be properly sanitized, handled and preserved. Hygiene and adequate sanitation of food in the home environment contribute positively to public health by reducing cases of health problems and even hospitalization. The aim of the present study was to analyze the application of good practices for handling, sanitizing and sanitizing fresh and packaged food in a home environment. The data were collected from an online form with the participation of 260 volunteers. The form addressed sociodemographic issues, hygiene habits and application of good practices in food handling. Among the participants, it was observed that 78% are female, 47.69% declared themselves married or in a consensual union, with incomplete higher education (27.7%). The majority (65%) do not live with children under 10 or over 60 (77%). Hand hygiene is carried out throughout the day for 58% of participants, mainly before meals (91%) and after touching the surface of the packaging (68%). Social detachment, wearing masks and frequent hand washing are among the mitigation measures to combat the transmission of SARS-CoV-2. Among the interviewees, 41.0% stated that they do not avoid talking during the act of preparing food and 56% sanitize fruits and vegetables before storage in the refrigerator, only with water and soap (29%) and 44% do not sanitize packaged foods (cans and plastic packaging). The refrigerator is sanitized only with water and soap for 74% of the participants. It is concluded that good practices in food handling and health education topics are not widespread among the population, even with the ease of accessing several instruction manuals from specialized agencies.
**KEYWORDS**: Food, Coronavirus, Food safety.

# 1 I INTRODUÇÃO

## 1.1 Doenças transmitidas por alimentos

Sabe-se que patógenos alimentares precisam necessariamente ser ingeridos pelo indivíduo para desencadear uma doença alimentar. Esses agentes causadores de doenças seguem a rota fecal-oral, cujo veículos de transmissão são desde insetos, água e dedos de manipuladores com hábito de higiene insatisfatórios, que por sua vez contaminam os alimentos, utensílios, pequenos objetos e embalagens, que seguindo a rota fecal-oral, chegam até a boca causando doenças (JAY, 2005).

O modo de contaminação dos alimentos pode ocorrer quando as Boas Práticas não são aplicadas, microrganismos indesejáveis podem migrar para alimento quando ele entra em contato com fontes de contaminação, como solo, água não potável, pragas urbanas, manipuladores sem asseio pessoal, falta de higienização de utensílios. Depois de contaminado o alimento se torna um transmissor de doenças (DTA's) (ANVISA, 2016). As doenças transmitidas por alimentos (DTA's) podem ser causadas por substâncias tóxicas, parasitas, bactérias e toxinas. Os agentes etiológicos de origem bacteriana são os mais comuns (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

As doenças transmitidas por alimentos podem apresentar desde sintomas leves e temporários, que não são limitantes para o indivíduo, até sintomas mais graves, que exigem a internação hospitalar e podem levar à morte. Por esse motivo, houve a necessidade de elencar os microrganismos quanto ao perigo que representam à saúde humana. Microrganismos com risco considerado médio que podem ou não necessitar de hospitalização, mas com disseminação potencialmente extensa são *Escherichia coli* enteropatogênicas, *Salmonella* spp, *Listeria monocytogenes*, *Streptococcus pyogenes* (AMORIM, 2012).

As doenças que são transmitidas por alimentos têm relação com fatores que contribuem para sua ocorrência, dentre eles, as mãos dos manipuladores como fonte de patógenos contaminantes. Os microrganismos estão por toda parte e lidar com esse problema, é lidar com hábitos que necessitam ser mudados para fins de melhorar a segurança do alimento, inclusive no âmbito doméstico (FORSYTHE, 2013).

De acordo com os dados do Ministério da Saúde, entre o período de 2007 a 2016, a contaminação no ambiente domiciliar foi responsável por 38,9% dos casos de de toxinfecções alimentares. Dentre os agentes envolvidos nos surtos, os microrganismos foram identificados em 90,5% dos casos, sendo a *Salmonella* spp a mais identificada, seguida por *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* em número de casos (BRASIL, 2016).

Além de poder resultar até em morte, as DTA's podem incapacitar a pessoa de retornar ao trabalho ou de cuidar das obrigações diárias, durante a recuperação, as atividades da pessoa afetada pode ficar limitada devido aos sintomas (RANTHUM, 2002).

## 1.2 A pandemia de Sars-Cov-2 *versus* alimentos

A pandemia causada pelo COVID-19 tem trazido muitas preocupações para a população global, desde o seu começo em 2019 até dezembro de 2020 mais de 45 milhões de pessoas foram infectadas causando mais de 1 milhão de mortes (OMS, 2020). Sem uma previsão clara para o fim dessa pandemia, seus efeitos têm afetado muitos setores além da saúde pública, como as indústrias e comércios, mercado de trabalho, meio ambiente e política, entre outros. De forma geral a pandemia tem alterado a forma como o ser humano se relaciona com o ambiente onde está inserido bem como nos hábitos de consumo, como por exemplo, na adoção de novos hábitos de higiene alimentar (BURLEA-SCHIOPOIU *et al.,* 2021).

Com avanço da pandemia algumas questões sobre segurança dos alimentos foram evidenciadas, visto que se baseia em quatro pilares fundamentais: disponibilidade, acesso, consumo e estabilidade. Os prejuízos das atividades de transporte, exportação e importação, restrição da circulação de pessoas, fechamento de atividades do setor alimentício, entre outros, trouxeram grandes impactos nos pilares que sustentam a segurança alimentar (LABORDE *et al.* , 2020). Em especial ao consumo, novas medidas começaram a ser tomadas pela população de maneira a garantir a ingestão de alimentos mais seguros em seus lares (HAN *et al*., 2021).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) diante das informações divulgadas relacionadas aos alimentos e no cenário pandêmico atual, reitera que os alimentos não configuram uma via de transmissão para COVID-19 (OMS, 2020). No entanto, frente a persistência do vírus no ambiente e em superfícies de contato com o alimento, como plástico e papel (VAN DOREMALEN *et al*., 2020) têm-se um cenário preocupante relacionado aos hábitos higiênicos domésticos do consumidor o que pode configurar um potencial rota de transmissão para a COVID-19 (HAN *et al*.,2021).

Em ambiente doméstico, é mais comum do que em ambiente industrial a ocorrência de contaminação cruzada, ou seja, a migração de microrganismos patogênicos de um alimento para o outro por intermédio de superfícies, utensílios e pelas mãos do manipulador. Na cozinha é comum encontrar objetos variados, como, decorações e outros tipos de materiais (OLIVEIRA, 2017).

A higiene pessoal e principalmente das mãos é uma ação preventiva no combate aos novo coronavírus. Kratzel *et al*. (2020), demonstraram que o uso de álcoois em duas formulações sugeridas pela OMS é eficiente para inativar o vírus SARS-CoV-2. Outros meios de desinfecção como a aplicação de luz ultravioleta (UV), banho-maria quente com água a 56 °C por 30 minutos, desinfetantes contendo cloro, ácido peracético ou etanol 75% podem inativar o vírus com eficácia (YAN *et al*., 2020).

A água e sabão possuem baixa eficiência comparados com outros métodos de higienizar as mãos, mas mesmo assim, reduzem o número de microrganismos e vírus pela

remoção mecânica. E mesmo a higienização das mãos sendo um método muito eficaz para o combate da proliferação do vírus, a higiene bucal também se faz necessária para reduzir a infecção e propagação da COVID-19 (BAINS & BAINS, 2020; KAMPF & KRAMER, 2004).

A contaminação dos alimentos frescos pode ocorrer, no campo a partir do solo, da matéria orgânica, de fertilizantes orgânicos, da água de rega, dos insetos e animais ou contato humano, nas condutas e práticas póscolheita ou da falta eficiente nas fases de processamento (HEATON & JONES, 2008; FERNANDES *et al*., 2014).

Entre os microrganismos patogênicos de origem alimentar destacamse *Salmonellas spp*, estirpes enteropatogénicas de *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni* e *Shigella spp* (RICO *et al*., 2007; WARRINER *et al*., 2009).

Dessa forma, a prática de lavagem associada ao emprego de soluções desinfetantes é classificada a única forma do processo na qual pode ser obtido a redução no número de microrganismos, colaborando assim, para a segurança de frutas e hortaliças (COSSU *et al*., 2017). No entanto, a ineficiência das etapas de higienização e desinfecção influenciarão diretamente a qualidade microbiológica do produto final (OLAIMAT & HOLLEY, 2012).

A lavagem com água potável elimina os componentes do solo e alguns patogênicos, porém não é suficiente para diminuir significativamente a carga microbiana (JOSHI *et al*., 2013). Os desinfetantes utilizados na indústria alimentar, em especial em produtos frescos, são os constituídos à base de cloro e clorados (ÁLVARO *et al*., 2009). Além da sua facilidade e praticidade de utilização, possui baixo custo, alta ação antimicrobiana e completa diluição em água, fazendo com que sejam utilizados de modo frequente (SELMA *et al*., 2008; GIL *et al*., 2009; JOSÉ *et al*., 2014a).

## 1.3 A higiene das superfícies e utensílios

Sabe-se que não são apenas a má higienização das mãos ou aplicação incorreta dos processos de cozimento dos alimentos que podem causar a contaminação de microrganismos. As superfícies, utensílios e eletrodomésticos que entram em contato com os alimentos também são comprovadamente fatores de risco de contaminação. Portanto, a limpeza e higienização são fundamentais para obtenção da segurança dos alimentos (SOUZA *et al*, 2015).

Superfícies como papel de impressão ou tecido em 3 horas após a exposição e de madeira e tecido em dois dias após a exposição, não possibilitaram a recuperação do vírus. No entanto, o SARS-CoV-2 sobreviveu quatro dias em vidro e cédulas e sete dias em aço inoxidável e plástico. A pesquisa também apresentou um dado alarmante quanto ao descarte de materiais, constando que um título significativo de vírus (2,79 ± 0,46 log $TCID_{50}$ / ml) ainda sobrevivia na camada externa de uma máscara cirúrgica mesmo após sete dias da inoculação, sugerindo precaução ao descartá-la (CHIN *et al*., 2020).

Em outra pesquisa, onde se analisou a persistência de HuCoVs em diferentes tipos de superfície inanimada, os autores constataram períodos infecciosos variando

de 2 horas a nove dias. Este estudo também apontou que certas condições ambientais, como temperatura e umidade, podem influenciar a viabilidade dos vírus. Temperaturas entre 30 e 40°C diminuíram a duração da sobrevivência dos coronavírus em superfícies, mas permaneceram viáveis à 4°C por até 9 dias (KAMPF *et al.*, 2020). Estas informações apresentadas em literatura reforçam e deixam evidente que o contato frequente com fômites e outros objetos configura uma fonte efetiva de transmissão viral, além do controle ineficiente da temperatura do cozimento, resfriamento e estocagem dos alimentos, falha no processo, contaminação cruzada e higiene pessoal do manipulador. Portanto, no âmbito doméstico a higiene é crucial para promoção e manutenção de uma boa saúde, sendo recomendável a correta higiene dos alimentos antes de guardá-los na geladeira e/ou armários após sua aquisição em mercados (FORSYTHE, 2013; IFH, 2019; LEITE *et al.*, 2020).

A redução da carga microbiana possivelmente presente nos alimentos frescos e nas embalagens de alimentos em geral é alcançada através da aplicação correta de manipulação em todas as etapas ao qual o alimento é exposto, assim, no âmbito doméstico a higiene desses produtos deve seguir etapas de lavagem e sanitização para garantir a redução da contaminação por patógenos (FORSYTHE, 2013).

É conhecido que os hábitos higiênicos têm eficácia significativa na redução de propagação de várias doenças, sendo os hábitos de higiene domésticos as primeiras medidas usadas como defesa em casos como de uma pandemia, por exemplo. A higiene de embalagens de alimentos, de frutas e vegetais é de fundamental importância para minimizar riscos de se contrair uma doença. É importante ressaltar que tais alimentos e as próprias embalagens dos alimentos podem também ser acometidos até mesmo pelo coronavírus, porém não há confirmação científica da transmissão da doença do alimento ao homem (IFH, 2019: RIZOU *et al.*, 2020: ANVISA, 2020).

Com base nas informações apresentadas e considerando a importância da higienização e sanitização adequada dos alimentos, objetivou-se neste estudo analisar a aplicação das boas práticas de manipulação, higienização e sanitização dos alimentos frescos e embalados em ambiente domiciliar.

## 2 | METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada em fevereiro de 2021 e os dados foram coletados por formulário online. O formulário foi composto por 20 questões, sendo elas abertas, de múltipla escolha e dicotômica abordando questões sociodemográficas, boas práticas na manipulação dos alimentos, higienização e sanitização de alimentos frescos e embalados bem como formas de armazenamento. A amostragem foi realizada de forma aleatória, os dados obtidos foram analisados por estatística descritiva e os resultados expressos em porcentagem.

## 3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

Participaram da pesquisa 260 voluntários, distribuídos entre Mato Grosso (194 participantes), Maranhão (15 participantes), São Paulo (14 participantes) e de outros Estados (37 participantes). A maioria dos entrevistados são do sexo feminino (78%), com idade entre 18 e 34 anos (55%), casados ou em união consensual (47,69%), conforme se observa na tabela 1.

| Características sociodemográficas | Faixa etária (anos) | % |
|---|---|---|
| Idade | 18 e 34 | 55% |
| | 35 a 44 | 27 |
| | 45 a 59 | 15% |
| | > 60 | 3 |
| Estado civil | casados ou em união consensual | 47,69% |
| | solteiros | 44,61% |
| | divorciado | 6,9 |
| | viúvo | 0,8 |
| Escolaridade | ensino fundamental e/ou ensino médio incompleto | 3,3 |
| | ensino médio completo e/ou ensino superior incompleto | 39,9% |
| | ensino superior completo e/ou pós-graduação incompleta | 32,7% |
| | pós-graduação completa | 22,3% |

Tabela 1. Características sociodemográficas de manipuladores de alimentos em ambiente domiciliar

Quando questionados sobre a escolaridade, 39,9% declararam terem concluído o ensino médio ou com nível superior incompleto. No entanto, os participantes que concluíram ensino superior ou com pós-graduação incompleta somaram 32,7% entre os entrevistados (Tabela 1).

De acordo com o IBGE (2011) 51,5% da população são do gênero feminino e a faixa etária dos jovens abrange 40,2%, a dos adultos 50,5%, e a dos idosos, 9,3% do total da população. Enquanto de acordo com IBGE (2017), 51% da população brasileira de 25 anos ou mais possui o ensino fundamental completo, 26,3% tinham ensino médio completo e 15,3% ensino superior. Dados semelhantes a pesquisa, exceto pelo grau de escolaridade dos participantes.

Tiellet *et al.* (2007) relatam que o nível de discernimento sobre a importância das atividades relacionadas à várias áreas de conhecimento estão vinculadas como nível de aprendizagem saúde e ao bem-estar estão relacionados com o nível de escolaridade e as habilidades cognitivas do indivíduo responsável pelo ambiente domiciliar.

O número de pessoas residindo no mesmo ambiente variou entre 2 (25% dos participantes) a 4 pessoas (29% dos participantes). Além disso, 65% dos contribuintes declararam não ter nenhum morador menor de 10 anos em sua residência ou maiores de 60 anos (77%), conforme tabela 2. Dados semelhantes ao da população brasileira, o número baixo de idosos, reflete que o Brasil tem uma população jovem, e os dados de número de moradores menores de 10 anos reflete a taxa de natalidade caiu nos últimos anos (IBGE, 2011).

| Características sociodemográfica | Quantidade | % |
|---|---|---|
| Moradores no domicilio | 1 | 5 |
| | 2 | 25 |
| | 3 | 29 |
| | 4 | 29 |
| | 5 | 8 |
| | >5 | 4 |
| Menores de 10 anos no domicílio | 0 | 65 |
| | 1 | 25 |
| | 2 | 8 |
| | 3 | 1 |
| | 4 | 1 |
| | 5 | 0 |
| Maiores de 60 anos no domicílio | 0 | 77 |
| | 1 | 16 |
| | 2 | 7 |
| | 3 | 0 |

Tabela 2. Número de moradores nos ambientes domiciliares menores de 10 anos ou maiores de 60 anos

Sobre higienizar as mãos ao longo do dia, 58% das pessoas afirmaram realizar a higienização acima de 10 vezes ao dia. Outros 25% afirmaram que lavam as mãos entre 6 e 9 vezes ao longo do dia. Observou-se que 91% das pessoas possuem o hábito de higienizar as mãos antes das refeições e 9% apenas que não possuem esse hábito.

Ao tocar a superfície da embalagem e em seguida consumir o alimento, 68% dos participantes responderam higienizam as mãos, 18% disseram que às vezes higienizam e 14% afirmaram que não, tocam a superfície da embalagem e consomem o alimento sem higienizar. Superfícies de utensílios, equipamentos e embalagens de alimentos podem conter o vírus se não forem bem higienizadas, evidenciando a importância da higienização das embalagens como medida para mitigação da doença (MORAWSKA & MILTON, 2020).

A lavagem frequente das mãos é uma dentre as medidas de mitigação no combate

à transmissão do SARS-CoV-2. Rodrigues *et al*. (2021) observaram que 78% aumentaram a frequência e o tempo de duração de lavagem das mãos em estudos sobre higiene e mudança de hábitos durante a pandemia da COVID-19 o que demonstra a necessidade de mudança de hábitos para auxiliar na prevenção de doenças vinculadas à higiene pessoal.

A frequência de lavagem das mãos se torna ainda maior antes das refeições, 91% dos respondentes afirmaram terem o hábito de lavarem as mãos antes das refeições. Porém, após tossir, espirrar, assoar ou coçar o nariz 13% afirmaram lavar as mãos às vezes e 5% afirmaram que não realizam a lavagem das mãos, considerando que a transmissão do vírus SARS-CoV-2 pode se dar através de gotículas de salivas expelidas, que pode ser transmitido de indivíduo para indivíduo ou por meio de objetos contaminados (OMS, 2020; LI *et al*, 2020).

Quando questionados quanto à higiene das mãos após tocar ou coçar os olhos, 52% das pessoas afirmaram realizar a lavagem das mãos e 25% realizam apenas às vezes enquanto que 61,0% afirmaram que higienizam as mãos ao tocar a boca. Em um estudo realizado por Araújo *et al*., (2020) os autores relatam que a detecção da presença do SARS-CoV-2 em secreções oculares é um assunto controverso, apesar da principal fonte de contaminação estar associado às vias respiratórias, o vírus é altamente transmissível e o contato com as secreções oculares pode representar um risco.

Em relação ao ato de falar enquanto prepara os alimentos, 41,0% afirmaram que não evitam conversar durante o ato de preparo dos alimentos; 32,0% evitam conversar enquanto preparam os alimentos e 27,0% disseram que às vezes conversam durante a preparação deles. Após espirrar, tossir, coçar ou assoar o nariz enquanto preparam os alimentos, 82,0% confirmaram que higienizam as mãos.

O ato de conversar enquanto prepara os alimentos foi verificado por Medeiros *et. al* (2017), que o considera uma ação inadequada por poder contaminar os alimentos com as bactérias presentes nas gotículas de saliva e observou que isso acontece de forma recorrente por manipuladores de alimentos. E de acordo com Deon *et. al.* (2014) as pessoas, no geral, não têm conhecimento de como manipular adequadamente os alimentos, pois não fazem ideia da existência de microrganismos que podem contaminar o alimento e relevam os cuidados essenciais com a higiene pessoal e do ambiente enquanto preparam alimentos.

Quando indagado se as pessoas tinham o hábito de lavar as mãos após manipular alimentos crus, 92,0% confirmaram que possuem esse hábito. Apenas 6,0% lavam as vezes e 2,0% afirmaram que não lavam após manipular esses alimentos *in natura*.

Shapiro *et. al.* (2011) cita a Teoria do Comportamento Planejado, onde, devido às crenças relacionadas ao comportamento o indivíduo acaba executando a ação, pois relaciona a ação com aquilo que ele acredita, o que pode ser atinente com o resultado obtido nesse estudo, onde 92% das pessoas afirmaram higienizar as mãos após tocar em alimentos crus.

De acordo com Kennedy *et al.* (2011), o contato direto das mãos com os alimentos crus e cozidos é um ponto crítico para a contaminação cruzada dos alimentos.

Deon *et. al.* (2014) concluiu em um estudo que os manipuladores de alimentos em domicílios na cidade de Santa Maria (RS) não possuem noções básicas de manipulação segura dos alimentos, assim como não associam as doenças transmitidas por alimentos ao consumo de alimentos em casa. Porém, demonstraram interesse em aprender sobre o assunto.

Quando questionados sobre a higienização de frutas e verduras antes da armazenagem na geladeira, a maioria (56%) dos entrevistados disseram que o fazem, o que demonstra que a maioria dos entrevistados estão conscientes de que possa existir riscos potenciais de contaminação desses alimentos e é necessário a aplicação da higienização antes de guardá-los em suas geladeiras. Porém, 27% dos participantes disseram que não higienizam esses alimentos antes de guardá-los. A higienização e sanitização das geladeiras, onde se armazenam alimentos frescos, devem ser feitas em uma frequência semanal. No entanto, 43% dos participantes responderam que realizam a cada 30 dias, 34% higienizam a cada 15 dias, 13% responderam que de vez em quando e 10% a cada 6 meses apenas. Além da falta de limpeza, a deficiência desse processo e temperatura irregular também podem influenciar na proliferação de bactérias aeróbias psicrotróficas, coliformes, *Staphylococcus aureus*, *Listeria* e *Salmonella* (MACÍAS-RODRÍGUEZ *et al.*, 2013).

Em relação à COVID-19, Chin *et al* (2020) apontam que o vírus da doença, o SARS-CoV-2, permanece altamente estável por mais de duas semanas quando submetido a uma temperatura de 4°C. Porém a infecção pelo consumo ou manuseio de alimentos ou de suas embalagens, apresenta probabilidade de risco insignificante ou muito baixa (OAKENFULL & WILSON, 2020). É importante dizer que casos de transmissão de patógenos por frutas e vegetais é recorrente e a natureza desses produtos resulta em alto risco microbiológico. As fontes de contaminação desses alimentos são variadas e vale ressaltar que como não são aplicados tratamentos letais para destruição de microrganismos patogênicos, estes, tornam-se importante veículos de transmissão de bactérias, vírus e outros patógenos de doença de origem alimentar.

Em relação ao produto utilizado para higienização da geladeira, 74% utilizam água e sabão, 15% disseram utilizar outros produtos não relacionados, 6% utilizam álcool 70% e 5% realizam a limpeza com vinagre e bicarbonato de sódio.

A higiene das geladeiras deve ser realizada com frequência, já que são uma fonte potencial de contaminação por patógenos para alimentos.

Quando perguntado se possuíam o hábito antes mesmo da pandemia de COVID-19, de higienizar os alimentos frescos, como frutas e folhosos antes de guardá-los, com empate, 42% afirmaram que já tinham esse hábito e 42% não realizavam a higienização. E 16% afirmaram que às vezes higienizavam esses alimentos para guardá-los.

Quanto às mesmas práticas de higiene antes do período da pandemia do COVID-19, o número de participantes que higienizam as frutas, verduras e folhas representaram 42%, ou seja, o cuidado com a higiene desses alimentos foi considerado menor se comparado com o resultado no período de pandemia, o que evidencia que as práticas de higiene dos alimentos também ganharam destaque.

No quesito sanitização de frutas, verduras e legumes, 29% disseram realizar apenas com água e sabão; 25% com água e hipoclorito de sódio; 22% utilizam água, sabão e água sanitária, 22% fazem apenas com água e 2% não fazem a higienização.

Lavar as frutas e os vegetais com água e posterior imersão em água e hipoclorito é o recomendado, pois este tratamento assegura boa parte da redução dos microrganismos presentes nestes alimentos (COSSU *et al.*, 2017).

A higienização das embalagens dos alimentos antes de serem armazenados no ambiente doméstico, em conjunto com as demais práticas, atuam como formas eficazes de prevenção frente à transmissão do SARS-CoV-2 (HAN *et al.*, 2021). Neste sentido, cabe atenção frente ao percentual de pessoas que relataram não realizar esta operação, que representa a maior parcela da pesquisa, apesar da diferença ser de 3% quando comparada com as pessoas que realizam a higienização.

Em relação a higienização dos alimentos embalados, também foi perguntado se as pessoas realizavam essa higienização para guardar em seus armários antes mesmo da pandemia de COVID-19, 77% responderam que não realizavam e 23% responderam que realizam sim a limpeza das embalagens antes da pandemia de COVID-19.

A partir de tais resultados, pode-se observar que aproximadamente 80% das pessoas não possuíam o hábito de higienização dos alimentos embalados, o que reduziu (praticamente) pela metade frente às orientações, bem como a disseminação de informações referentes às formas de transmissão do vírus. Neste sentido, têm-se uma resposta positiva, quando observados hábitos anteriores.

No entanto, vale ressaltar que ainda existem lacunas, seja nas orientações ou no recebimento e entendimento dos consumidores, de modo que o percentual de pessoas que realizam a higienização atualmente, frente ao cenário em que vivemos, seja maior do que o apresentado. Neste sentido, se os produtos tivessem medidas satisfatórias, como lavagem das mesmas com água e sabão ou que fossem borrifadas com álcool 70% ou solução clorada, o risco de transmissão poderia ser reduzido (BRASIL, 2020).

Sobre a higienização de maçanetas de portas, de geladeira e de torneiras, 39% responderam que às vezes realizam essa higienização, 32% afirmaram que não fazem a limpeza desses locais e 29% afirmaram que realizam sim a higienização de maçanetas de portas, geladeiras e torneiras. Observou-se maior cuidado coma higienização de superfícies, utensílios e eletrodomésticos em que 77% dos participantes afirmaram higienizar superfícies antes de usá-los no preparo de alimentos.

Coelho e colaboradores (2010), identificaram a presença de microrganismos

mesófilos aeróbicos e bactérias do grupo *Bacillus cereus* nas superfícies de bancadas, utensílios e equipamentos de restaurantes comerciais. Os autores concluíram que, mesmo com a higienização rotineira, medidas mais eficazes de controle devem ser adotadas. Isso, por conta da inadequação de 71% das amostras de superfícies de bancadas e utensílios para microrganismos mesófilos aeróbios e mesmo obtendo ausência de *B. cereus* em 69% dessas mesmas amostras.

## 4 I CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, observa-se que os assuntos relacionados às boas práticas de manipulação de alimentos e tópicos de educação em saúde não são disseminados entre a população, mesmo com a disponibilidade de diversos manuais de instruções de agências mundiais especializadas, faz-se importante a divulgação mais enfática de informações básicas direcionadas para sociedade em geral para fins de aplicação no âmbito doméstico.

## REFERÊNCIAS


ÁLVARO, J. E. *et al*. Effects of peracetic acid disinfectant on the postharvest of some fresh vegetables. **Journal of Food Engineering**, vol.95, n.1, p.1115, maio 2009. http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.05.003.

AMORIM, P. M. F. **Segurança na manipulação de alimentos nas cozinhas domésticas**: aplicação da Teoria do Comportamento Planeado. Orientador: Ana Pinto de Moura. 2012. 143p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Consumo Alimentar) - Universidade Aberta, Porto, 2012

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de alimentos e vigilância sanitária**. 2016. Disponível em:<http://www.saudedoviajante.pr.gov.br/sites/saude-viajante/arquivos_restritos/files/migrados/File/Guia_alimentos_anvisa.pdf> Acesso em: 14 mar. 2021.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **O novo coronavírus pode ser transmitido por alimentos?** 2020. Disponível em: <http://www.coronavirus.sc.gov.br/boletins/>. Acesso em 28. fev. 2021.

ARAÚJO, G. K. *et al*. COVID-19 e os olhos: O que Esperar. **Brazilian Journal of Health Review.**, Curitiba, v.3, n.5, p.15230-15236, out. 2020. http://dx.doi.org/10.34119/bjhrv3n5-302.

BAINS, Vivek Kumar; BAINS, rhythm. Is oral hygiene as important as hand hygiene during COVID-19 pandemic? **Asian Journal of Oral Health and Allied Sciences**, v. 10, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 1.565, de 18 de junho de 2020. Estabelece orientações gerais visando à prevenção, ao controle e à mitigação da transmissão da COVID-19, e à promoção da saúde física e mental da população brasileira, de forma a contribuir com as ações para a retomada segura das atividades e o convívio social seguro. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 jun. 2020. p. 64.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Doenças transmitidas por alimentos no Brasil**. Brasília. 2016. Disponível em: <http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2016/junho/08/Apresenta----o-Surtos-DTA-2016.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2021.

BURLEA-SCHIOPOIU, A. *et al.* The impact of COVID-19 pandemic on food waste behaviour of young people. **Journal of Cleaner Production**, v.294, fev. 2021. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126333.

CHIN, A. W. H. *et al.* Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. **The Lancet Microbe**, v.1, n.1, p.10, abr. 2020. doi:10.1016/s2666-5247(20)30003-3.

COELHO, A. I. M. *et al.* Contaminação microbiológica de ambientes e de superfícies em restaurantes comerciais. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.15, n.1, p.1597-1606, jun. 2010.

COSSU, A. *et al.* Assessment of sanitation of efficacy against Escherichia coli 0157:H7 by rapid measurement of intracellular oxidative stress, membrane damage or glucose active uptake. **Food Control**, vol.71, p.293 300, jan. 2017.

DEON, B. C. *et al.* Perfil de manipuladores de alimentos em domicílios. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.19, n.5, p.1553-1559, maio 2014. http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232014195.04892013.

FERNANDES, P.É. *et al.* Influence of the hydrophobicity and surface roughness of mangoes and tomatoes on the adhesion of Salmonella enterica serovar Typhimurium and evaluation of cleaning procedures using surfactin. **Food Control**, vol.41, p.2126, jun. 2014. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.12.024.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

GIL, M.I. *et al.* Fresh cut product sanitation and wash water disinfection: problems and solutions. **International Journal of Food Microbiology**, vol.134, n.12, p.3745, ago. 2009. http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.05.021.

GÜNDÜZ, G.T.; GÖNÜL, S.A.; KARAPINAR, M. Efficacy of sumac and oregan in inactivation of Salmonella Typhimurium on tomatoes. **International Journal of Food Microbiology**, vol.141, n.1-4, p.3944, jun. 2010. http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.04.021.

HAN, S. *et al.* COVID-19 pandemic crisis and food safety: Implications and inactivation strategies. **Food Science & Technology**, v.109, p.25-36, mar. 2021. doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.004.

HEATON, J.C.; JONES, K. Microbial contamination of fruit and vegetables and the behaviour of enteropathogens in the phyllosphere: a review. **Journal of Applied Microbiology**, vol.104, n.3, p.613626, 2008. http://dx.doi.org/10.1111/j.1365 2672.2007.03587.x.

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2011**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

JAY, J. M. **Microbiologia de Alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

JOSÉ, J.F.B. *et al*. Decontamination by ultrasound application in fresh fruits and vegetables. **Food Control**, vol.45, p.3650, nov. 2014. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.04.015.

JOSHI, K. *et al*. Novel disinfectants for fresh produce. **Food Science & Technology**, vol.34, n.1, p.5461, nov. 2013. http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2013.08.008.

KAMPF G, KRAMER A. Epidemiologic background of hand hygiene and evaluation of the most important agents for scrubs and rubs. **Clinical Microbiology Reviews**, v.17, n.4, p.863-893, out 2004.

KAMPF, G. *et a*l. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agentes. **Journal of Hospital Infection**. v.104, n.3, p. 246–251, mar. 2020. doi:10.1016/j.jhin.2020.01.022.

KENNEDY, J. *et al*. Identification of critical points during domestic food preparation: an observational study. **British Food Journal**, v.113, n.6, p.766-783, jun. 2011. https://doi.org/10.1108/00070701111140106.

KRATZEL, A. *et al*. Efficient inactivation of SARS-CoV-2 by WHO-recommended hand rub formulations and alcohols. **BioRxiv**, mar. 2020. https://doi.org/10.1101/2020.03.10.986711.

LABORDE, D.; MARTINS, W; VOS, R. Poverty and food insecurity could grow dramatically as COVID-19 spreads. **COVID-19 and global food security**. Washington, DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI), 2020. cap. 2, p. 16-19. ISBN 978-0-89629-387-8

LEITE, A.M.D. *et al*. **Higienização de alimentos em tempos de COVID-19**. jun. 2020. Disponível em: <https://www.macae.ufrj.br/nupem/images/Cartilha_COVID-19_atualizada_Julho_2020_1.pdf >. Acesso em: 28 fev. 2021.

LI, Y. *et al*. Evidence for probable aerosol transmission of SARS-CoV-2 in a poorly ventilated restaurant. **MedRXiv**, abr. 2020. https://doi.org/10.1101/2020.04.16.20067728.

MACÍAS-RODRÍGUEZ, M. E. *et al*. Microbiological safety of domestic refrigerators and the dishcloths used to clean them in Guadalajara, Jalisco, Mexico. **Journal of Food Protection**, v.76, n.6, p.984–990, 2013. doi:10.4315/0362-028x.jfp-12-258.

MEDEIROS, M. G. G. A.; CARVALHO, L. R.; FRANCO, R. M. Percepção sobre a higiene dos manipuladores de alimentos e perfil microbiológico em restaurante universitário. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.22, n.2, p.383-392, fev. 2017. https://doi.org/10.1590/1413-81232017222.17282015.

MORAWSKA, L.; MILTON, D. K. It Is Time to Address Airborne Transmission of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). **Clinical Infectious Diseases**, v.71, n.9, p.2311-2313, nov. 2020. https://doi.org/10.1093/cid/ciaa939.

MULLIS, L. *et al*. Stability of bovine coronavirus on lettuce surfaces under household refrigeration conditions. **Food microbiology**, v.30, n.1, p.180-186, 2012. https://doi.org/10.1016/j.fm.2011.12.009.

OAKENFULL, R.J., WILSON, A.J. Qualitative Risk Assessment: What is the risk of food or food contact materials being a source or transmission route of SARS-CoV-2 for UK consumers? **Food Safety Agency (FSA)-UK**. Jun. 2020. Disponível em: < Khttps://www.food.gov.uk/sites/default/ files/media/document/web-version-qualitative-risk-assessment-risk-of-food-orfood-contact-materials-as-transmission-route-of-sars-cov-2-002.pdf>. Acesso em 11 mar. 2021.

OLAIMAT, A. N.; HOLLEY, R. A. Factors influencing the microbial safety of fresh produce: a review. **Food Microbiology**, vol.32, n.1, p.119, out. 2012. http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2012.04.016

OLIVEIRA, A. B. A. de *et al*. Doenças transmitidas por alimentos: principais agentes etiológicos, alimentos envolvidos e fatores predisponentes. **Clinical & Biomedical Research**, [S.l.], v.30, n.3, out. 2010. ISSN 2357-9730.

OLIVEIRA, L. E. M. **Segurança alimentar na preparação de alimentos em casa**. 2017. 40p. Monografia (Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade de Lisboa, [S. l.], 2017.

OMS. Organização mundial da saúde. **COVID-19 e segurança alimentar**: Orientação para empresas de alimentos. Abr. 2020. Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331842/WHO-2019-nCoV-Food_Safety_authorities-2020.1-por.pdf. Acesso em: 07 de fev. de 2021.

RANTHUM, M. A. **Subnotificação e alta incidência de doenças veiculadas por alimentos e seus fatores de risco**: causas e consequências no município de Ponta Grossa - Paraná. 2002. 101f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2002.

RICO, D. *et al*. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v.18, n.7, p.373-386, jul. 2007.

RIZOU, M. *et al*. Safety of foods, food supply chain and environment within the COVID-19 pandemic. **Trends in food science & technology**, v.102, p.293-299, ago. 2020.

RODRIGUES, N. P. A. *et al*. Divulgação de informações sobre higiene e mudança de hábitos durante a pandemia da COVID-19. **Research, Society and Development**, v.10, n.1, jan. 2021. http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11739.

ROS, D. C.; BRASIOLI, M.; GUILHERME, R. C. **Guia para uma alimentação saudável em tempos de COVID-19**. [S. l.]: Associação Brasileira de Nutrição (ASBRAN), mar 2020. Disponível em: https://www.asbran.org.br/storage/downloads/files/2020/03/guia-alimentar-covid-19.pdf. Acesso em: 14 mar. 2021.

SELMA, M.V. *et al*. Effect of gaseous ozone and hot water on microbial and sensory quality of cantaloupe and potential transference of Escherichia coli O157:H7 during cutting. **Food Microbiology**, vol.25, n.1, p.162 168, fev. 2008. http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2007.06.003.

SHAPIRO, Michael A. *et al*. Predicting intentions to adopt safe home food handling practices. Applying the theory of planned behavior. **Appetite**, v.56, n.1, p.96-103, fev. 2011. DOI: 10.1016/j.appet.2010.11.148.

SOUZA, G. C. *et al*. Comida de rua: avaliação das condições higiênico-sanitárias de manipuladores de alimentos. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.20, n.8, p.2329-2338, ago. 2015.

TIELLET, C. A., FALKEMBACH, G. A. M.; COLLETO, N. M. SANTOS, L. R.; RIBEIRO, P. S. Atividades digitais: seu uso para o desenvolvimento de habilidades cognitivas. **Novas Tecnologias na Educação**, v.5, n.1, 2007.

International Scientific Forum on Home Hygiene (IFH). **Too clean or not too clean? The Case for Targeted Hygiene in the Home and Everyday Life**. International Scientific Forum on Home Hygiene, 2019. Disponivel em:<https://www.ifh-homehygiene.org/ > Acesso em: 20 fev. 2021.

VAN DOREMALEN, N. *et al*. Aerosol and surface stability of sars-cov-2 as compared with sars-cov-1. **New England Journal of Medicine**, v.382, n.16, p.1564-1567, abr. 2020.

WARRINER, K. *et al*. Recent advances in the microbial safety of fresh fruits and vegetables. **Advances in food and nutrition research**, v.57, p.155-208, 2009. https://doi.org/10.1016/S1043-4526(09)57004-0.

YAN, Y. *et al*. Consensus of Chinese experts on protection of skin and mucous membrane barrier for health-care workers fighting against coronavirus disease 2019. **Dermatologic Therapy**, v.33, n.4, mar. 2020. https://doi.org/10.1111/dth.13310.

# CAPÍTULO 3

# ESTIMATIVA DA EMISSÃO DE CARBONO EQUIVALENTE A PARTIR DO USO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS NA CAFEICULTURA: ESTUDO DE CASO

*Data de aceite: 03/05/2021*
*Data de submissão: 10/03/2021*

**Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho**
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS
Muzambinho - Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/2146333328487914

**Beatriz Regina de Oliveira Anderson**
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS
Muzambinho - Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/7530146015296436

**Geraldo Gomes de Oliveira Júnior**
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS
Muzambinho - Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/9496893511394203

**Daniela Ferreira Cardoso**
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS
Muzambinho - Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/1621996607404669

**Luciana Maria Vieira Lopes**
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS
Muzambinho - Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/5810824240604347

**Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido**
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS
Muzambinho - Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/1805687336632729

**RESUMO:** O nitrogênio (N) é um nutriente exigido em grande quantidade pela cultura do cafeeiro. Entretanto, as adubações nitrogenadas contribuem para as emissões de gases de efeito estufa (GEE) na agricultura. Neste sentido, objetivou-se, no presente estudo de caso, estimar a emissão de carbono equivalente a partir do uso de fertilizantes nitrogenados em lavoura cafeeira de primeira safra. O estudo foi realizado no centro de validação tecnológica do IFSULDEMINAS, através do levantamento da quantidade de Nitrogênio (N) utilizado para adubação com fertilizantes sintéticos desde o plantio (2017) a primeira colheita (2019). Para realização dos cálculos da emissão de oxido nitroso ($N_2O$), utilizou-se o fator de emissão do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). Os valores obtidos foram convertidos em carbono equivalente ($CO_2$ eq) a partir da multiplicação dos resultados pelo ajuste N-$N_2O$ e potencial de aquecimento global (PAG) do $N_2O$. Os resultados demonstram que do plantio (2017) à primeira colheita (2019) foi estimada uma emissão total de 1.807,3 Kg $CO_2$ eq $ha^{-1}$, com uma pegada do carbono da primeira safra, de 3,01 Kg $CO_2$ eq por Kg café.

**PALAVRAS - CHAVE:** Adubação; Gases de Efeito Estufa; Oxido nitroso.

## ESTIMATION OF EQUIVALENT CARBON EMISSION FROM THE USE OF NITROGEN FERTILIZERS IN COFFEE: CASE STUDY

**ABSTRACT:** Nitrogen (N) is a nutrient required in large quantities by the coffee crop. However, nitrogen fertilizers contribute to greenhouse gas (GHG) emissions in agriculture. In this sense, the objective of this case study was to estimate the equivalent carbon emission from the use of nitrogen fertilizers in first-crop coffee crops. The study was carried out at the technological validation center of IFSULDEMINAS, by surveying the amount of Nitrogen (N) used for fertilizing with synthetic fertilizers from planting (2017) to the first harvest (2019). To perform the nitrous oxide ($N_2O$) emission calculations, the emission factor of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) was used. The values obtained were converted into carbon equivalent ($CO_2$ eq) from the multiplication of the results by the N-$N_2O$ adjustment and the global warming potential (GWP) of the $N_2O$. The results show that from planting (2017) to the first harvest (2019) a total emission of 1,807.3 Kg $CO_2$ eq $ha^{-1}$ was estimated, with a carbon footprint of the first harvest of 3.01 Kg $CO_2$ eq per Kg coffee.
**KEYWORDS:** Fertilization; Greenhouse gases; Nitrous oxide.

## 1 I INTRODUÇÃO

O efeito estufa é um processo natural e benéfico que permitiu a vida no planeta Terra (PILECCO, 2013). No entanto, as atividades antrópicas têm contribuído para aumentar a concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, o que pode quebrar o equilíbrio de entrada e saída de energia no planeta.

Os principais gases relacionados às atividades agrícolas são o dióxido de carbono $CO_2$, metano $CH_4$ e oxido nitroso $N_2O$ (SIGNOR; PISSIONI, CERRI, 2014). Dentre estes gases, o $N_2O$ tem merecido destaque, visto que mesmo sendo encontrado em pequenas quantidades na atmosfera, possui um potencial de aquecimento global (PAG) de 298 vezes maior que $CO_2$ (SIGNOR; CERRI, 2013).

Estimativas sugerem que as atividades agrícolas mundiais contribuam com aproximadamente 75% das emissões de $CO_2$, 91% das emissões de $CH_4$ e 94% das emissões de $N_2O$, considerando também a conversão de áreas florestais para uso agrícola (BAYER et al., 2011). Signor e Cerri (2013) afirmaram que qualquer estratégia que tenha como objetivo reduzir as emissões de GEE deve concentrar atenção na agricultura, uma vez que esta é a principal fonte de emissão de $N_2O$.

A cafeicultura é uma das mais importantes culturas agrícolas brasileiras, sendo o Brasil considerado o maior produtor e o segundo maior consumidor mundial de café, possuindo influência direta e indireta no mercado global (REICHMAN, 2018; HAJJAR *et al.*, 2019). Em Minas Gerais, concentra-se a maior área de cultivo da espécie arábica, com cerca de 1,21 milhão de hectares, representando 69,6% da área cultivada com café no Brasil (CONAB, 2019).

Entretanto, vale destacar que nos processos produtivos a cafeicultura também contribui para a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) de forma direta ou indireta em

várias atividades tais como: consumo de combustível fóssil, utilização de energia elétrica, utilização de corretivos e fertilizantes (BELIZARIO, 2013; OLIVEIRA JUNIOR et al., 2015).

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes mais exigidos pela cultura do cafeeiro, atuando no crescimento da vegetação, formação de botões florais, componente da clorofila, constituição de aminoácidos e proteínas (MALAVOLTA, 1993; CERRI et al., 2013).

No entanto, a partir dos processos de adubação pode ocorrer a emissão de $N_2O$ principalmente como resultado dos processos de nitrificação e desnitrificação. A nitrificação consiste basicamente na oxidação da amônia em ($NH_4^+$) em Nitrito ($NO_2^-$) e Nitrato ($NO_3^-$). Já a desnitrificação constitui em um processo de redução de $NO_3^- \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO \rightarrow N_2O \rightarrow N_2$ sendo influenciada pela umidade, temperatura, presença de oxigênio, relação carbono nitrogênio (SIGNOR; CERRI, 2013) e biomassa microbiana do solo (SILVA et al., 2016).

É importante destacar que a produção deste gás, além de ter efeitos adversos sobre o aquecimento global, também resulta na perda de nitrog*ênio* (N) disponível no solo que seria destinado as plantas (BEAULIEU et al., 2011). Muito embora as condições edafoclimáticas possam influenciar diretamente na emissão de $N_2O$, a realização de estudos preliminares que tenham como propósito estimarem as emissões de GEE apresenta-se como primeiro passo para a busca de uma cafeicultura de baixa emissão de carbono. Neste sentido, objetivou-se no presente estudo estimar a emissão do carbono equivalente, a partir do uso de fertilizantes nitrogenados na cafeicultura.

## 2 I MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo de caso ocorreu no Centro de Validação Tecnológica (CVT) do IFSULDEMINAS, localizado na cidade de Guaxupé no sul de Minas Gerais (Figura 1), a partir do levantamento das adubações nitrogenadas que foram realizadas no talhão conhecido como “Café 2017”, cultivar: Catuaí Vermelho IAC 144, espaçamento 3,5 x 0,69 m, com produção de 10 sacas por hectare.

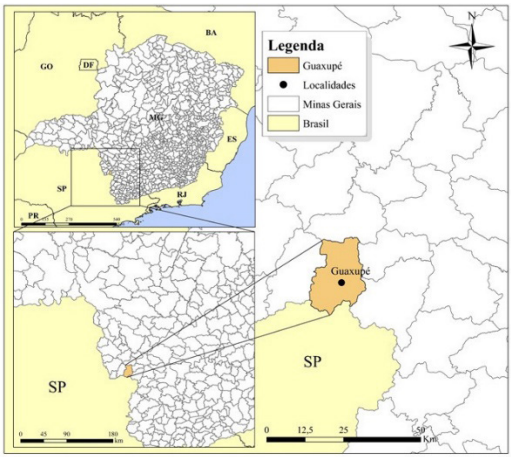



Figura 1 - Localização Geográfica do Local do Estudo

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Considerando que a lavoura foi implantada no ano de 2017, foram levantados dados referentes às adubações nitrogenadas com fertilizantes sintéticos convencionais desde o plantio até a primeira colheita (Tabela 1).

| Ano | Fonte<br>Nitrogênio (N) |
|---|---|
| 2017 | Nitrato de Amônio (33-00-00) |
| 2018 | Nitrato de Amônio (33-00-00) |
| 2019 | Nitrato de Amônio (27-00-00) |

Tabela 1 - Adubações e fontes de nitrogênio utilizados.

Após levantamento foi realizada a estimadas das emissões de Kg $N_2O$ e convertidas em Kg $CO_2$ eq, por meio da seguinte expressão:

$$Kg\ CO_{2eq} = N \times FE \times \frac{44}{28} \times PAG_{N2O}$$

Onde:

N - Quantidade total de nitrogênio em Kg ha ano $^{-1}$;

FE - Fator de emissão do nitrogênio 0,01 Kg $N_2O$ - N/Kg N (IPCC, 2006);

44/28 - Razão da conversão de N - $N_2O$ (IPCC, 2006);

PAG - Potencial de aquecimento global (265) do $N_2O$ (MYHRE et al., 2013).

Em seguida, determinou-se a pegada do carbono dividindo-se a quantidade total de Kg $CO_2$ eq estimada pela produção da 1ª safra. Ao conjunto de dados finais obtidos, foi

aplicada a estatística descritiva, determinando-se a frequência relativa percentual (fr%).

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos da estimativa total da emissão de Kg $CO_2$ eq $ha^{-1}$ decorrentes das adubações nitrogenadas com fertilizantes sintéticos estão apresentados na tabela 2.

| Ano | Quantidade (Kg N $ha^{-1}$)* | Kg $N_2O$ $ha^{-1}$ ** | Kg $CO_2$ eq $ha^{-1}$ (1) | *Fr* % (2) |
|---|---|---|---|---|
| 2017 | 62,11 | 0,97 | 257,05 | 14,22 |
| 2018 | 124,23 | 1,95 | 516,75 | 28,59 |
| 2019 | 248,46 | 3,90 | 1.033,50 | 57,18 |
| **Total** | **434,80** | **6,82** | **1,807,3** | **100%** |

*Quilogramas de Nitrogênio por hectare; **Quilogramas de Oxido Nitroso por hectare utilizando fator de emissão do IPCC e ajuste N-$N_2O$ 44/28; (1) Quilogramas de carbono equivalente por hectare; (2) Frequência relativa percentual;

Tabela 2 - Estimativa da emissão Kg CO2 eq ha-1 das adubações nitrogenadas com fertilizantes sintéticos

Considerando o período compreendido entre o plantio (2017) e a primeira colheita (2019), foi estimada uma emissão total de 1.807,3 Kg $CO_2$ eq $ha^{-1}$ decorrente das adubações nitrogenadas (Tabela 2). Oliveira Junior et al. (2015), realizando estudo sobre a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), na cultura do cafeeiro, determinaram que o consumo de fertilizantes apresentou-se como sendo a maior fonte de emissão de $CO_2$ eq com 1.010 Kg $CO_2$ eq ha $^{-1}$.

É importante ressaltar que as emissões de $N_2O$ para atmosfera significa perda de nitrogênio (N) do sistema solo planta. Cantarella e Montezano (2010) afirmaram que o nitrogênio perdido do sistema solo planta, tanto por lixiviação quanto em formas gasosas, pode apresentar impactos ambientais e econômicos associados a este elemento na agricultura.

As maiores estimativas de emissões ocorreram no ano de 2019 representando 57,18% do total emitido ao longo do período 2017 a 2019. Isto ocorreu porque a cada ano após o plantio dobrou-se a quantidade de nitrogênio em função do desenvolvimento da planta e produção de frutos. Considerando o total de emissão estimada, a pegada do carbono da primeira safra, do uso dos fertilizantes nitrogenados foi de 180,73 Kg $CO_2$ eq por saca de café de 60 kg, o que representa 3,01 Kg $CO_2$ eq por Kg de café.

Os resultados reforçam que quanto maior for a produtividade por hectare com a mesma quantidade de N, menor será a pegada do carbono. No entanto vale ressaltar que

a produtividade considerada no presente estudo refere-se à primeira safra em lavoura com apenas 2 anos e 4 meses. De acordo com Soares (2016), as utilizações dos fertilizantes de liberação lenta estabilizados apresentam-se como sendo uma das possíveis estratégias para reduzir as emissões de $N_2O$ e melhora no aproveitamento do N pelas culturas agrícolas.

O incentivo a boas práticas de manejo para o uso eficiente de fertilizantes por meio da aplicação da fonte correta de nutriente, na dose certa e época certa é muito necessário para combinar o melhor desempenho econômico e ambiental (FIXEN, 2014). Em uma época que vem crescendo mundialmente a busca por produtos agrícolas sustentáveis, compreender o perfil das emissões de GEE torna-se de extrema importância para refinar as informações obtidas e contribuir para uma cafeicultura de baixo impacto ambiental.

## 4 I CONCLUSÃO

Foi estimado que do plantio à primeira colheita, as adubações nitrogenadas contribuíram com 1.807,3 Kg $CO_2$ eq $ha^{-1}$.

A pegada do carbono para a primeira safra do uso de fertilizantes nitrogenados foi de 3,01 Kg $CO_2$ eq por Kg café.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Engenheira Agrônoma Eduarda Oliveira do Centro de Validação Tecnológica (CVT) do IFSULDEMINAS e o Prof. Felipe Campos Figueiredo pelo fornecimento dos dados para a realização do presente trabalho.

## REFERÊNCIA

BAYER, C.; AMADO, T. J. C.; TORNQUIST, C. G.; CERRI, C. E. C.; DIECKOW, J.; ZANATTA, J. A.; NICOLOS, R. S. Estabilização do carbono no solo e mitigação das emissões de gases de efeito estufa na agricultura conservacionista. **Tópicos de Ciência do Solo**, v. 7, p. 55-118, 2011.

BEAULIEU J.J.; TANK J.L.; HAMILTON S.K.; WOLLHEIM W.M.; HALL JR. R.O.; MULHOLLAND P.J.; et al. Nitrous oxide emission from denitrification in stream and river networks. **Procedings of the National Academy of Sciences**, v.108, p.214-219, 2011.

BELIZÁRIO, M. **Estoque de carbono no solo e fluxo de gases de efeito estufa no cultivo de café** 2013. 143p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013.

CANTARELLA, H.; MONTEZANO, Z. F. Nitrogenio e Enxofre. In: Simpósio sobre Boas Práticas para Uso Eficiente de Fertilizantes, 2010, Piracicaba. v.2, **Anais** […], International Plant Nutrition Institute (INPI), 2010, p. 5-46.

CERRI, C. C.; RAUCCI, G. S.; MOREIRA, C. S.; FRAZAO, L. A.; Como mitigar emissão de gases de efeito estufa pela adubação na cafeicultura. **Revista Visão Agrícola**, n. 12, p. 82-84, 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de café.** Brasília, v.5, n.1, p.1-62, 2019. Disponível em: http://www.conab.gov.br>. Acesso em 06 set.2019.

FIXEN, P. E. The Four Rights Within a Global Fertilizer Best Management Practices Framework. *In*: Simpósio sobre Boas Práticas para Uso Eficiente de Fertilizantes, 2014, Piracicaba. v.1, **Anais** […], International Plant Nutrition Institute (INPI), 2014, p. 3-22.

HAJJAR, R. *et al*. Scaling up sustainability in commodity agriculture: Transferability of governance mechanisms across the coffee and cattle sectors in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, United Kingdom, v. 206, p.124 -132, jan.2019.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro:** colheitas econômicas e máximas. São Paulo: Agronomia Ceres, 1993. 210p.

OLIVEIRA JUNIOR, G.G. de.; SILVA, A. B.; MANTOVANI, J. L.; MIRANDA, J. M.; FLORENTINO, L. A**.** Levantamento de emissão de gases de efeito estufa pela metodologia do carbono equivalente na cultura do cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v.10, n. 4, p.412-419, 2015.

PILECCO, G. E. **Emissão de óxido nitroso e produtividade do girassol sob diferentes fontes de adubação nitrogenada**. 59p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2013. 143p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013.

REICHAMAN, D.R. Big Coffee in Brazil: Historical origins and implications for antropological political economy. **Journal of latin American and Caribbean Antropology**, United States , v. 23, n. 2, p. 241-261, 2018.

SIGNOR, D.; CERRI, C.E.P. Nitrous oxide emissions in agricultural soils: a review. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 3, p. 322-338, 2013.

SIGNOR, D.; PISSIONI, L.L.M.; CERRI, C.E.P. Emissões de gases de efeito estufa pela deposição de palha de cana-de-açucar sobre o solo. Bragantia, Campinas, v.73, n.2, p.113-122, 2014.

SILVA, M. A.; SOUSA, G. F de.; SOUZA, C. H. E de.; CASTRO, J de. S.; MACHADO, V. J.; RIBEIRO, V. J. Emissão de óxido nitroso em função da aplicação de fertilizante nitrogenado sob grama batatais. **Revista Cerrado Agrociências**, Patos de Minas, v. 7, p. 28-37, 2016.

SOARES, D de. A. **Emissões de Gases de Efeito Estufa por Fertilizantes Nitrogenados em Lavoura Cafeeira Irrigada.** 2016. 129p. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) - Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, 2016.

# CAPÍTULO 4

# EFEITO DA PLICAÇÃO DE NUTRIENTES VIA FOLIAR E NO PAINEL DE SANGRIA NA CULTURA DA SERINGUEIRA

*Data de aceite: 03/05/2021*
*Data de submissão: 08/03/2021*

**Fernando Bergantini Miguel**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
ORCID ID – 0000-0002-4778-8961

**Elaine Cristine Piffer Gonçalves**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
ORCID ID – 0000-0001-5797-6264

**Mariana Ayres Rodrigues**
USP – Universidade de São Paulo
Piracicaba/SP
http://lattes.cnpq.br/3287476344709233

**Anita Schmidek**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/3709782731891847

**Ivana Marino Bárbaro-Torneli**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
ORCID ID - 0000-0002-2954-2693

**Antonio Lúcio Mello Martins**
APTA Polo Regional Centro Norte
Pindorama/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/1092498137289104

**José Antonio Alberto da Silva**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/1398758607886303

**Marcelo Henrique de Faria**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/4131019883040512

**Monica Helena Martins**
APTA Polo Regional Centro Norte
Pindorama/SP
ORCID ID – 0000-0001-8858-0609

**RESUMO:** O aumento da produtividade da borracha natural é extremamente importante para o Brasil, visto que sua atual produção atende em torno de 35% da demanda interna. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de nutrientes via foliar, em seringais em produção, visando aumento da produtividade. A adubação correta das plantas de seringueira é essencial para uma nutrição equilibrada que se reflete em crescimento e produtividade e tem diferentes objetivos de acordo com as fases do seringal. O experimento foi instalado numa propriedade localizada no município de Colômbia/SP, no clone RRIM -600 em plantas com 13 anos de idade. Os lotes de sangria foram constituídos por 1300 plantas/dia e o sistema adotado para tal finalidade foi o D7. Num dos tratamentos, foram realizadas pulverizações foliares, com turbo atomizador de 2000 L, nos meses de maio, setembro e novembro de 2011 e janeiro e março de 2012, além de aplicações mensais de nutrientes nos painéis de sangria. A produção obtida no tratamento que recebeu programa nutricional composto de adubação convencional, adubação foliar e aplicação nos

painéis, apresentou um incremento médio de 20 % sobre a produção de borracha em relação à testemunha que recebeu somente adubação convencional. Este experimento foi realizado em um ano agrícola apenas, e pode ter sofrido efeito de variações de outros fatores, como por exemplo variações climáticas e maior ou menor intensidade de pragas e/ou doenças.
**PALAVRAS-CHAVE:** Seringueira, nutrição foliar, produtividade.

## EFFECT OF NUTRIENT APPLICATION ON LEAFS ANDA TAPPING PANEL ON THE CULTURE OF RUBBER TREE

**ABSTRACT:** The increase in the productivity of natural rubber is extremely important for Brazil since its current production meets around 35% of the domestic demand. The objective of the present paper was to evaluate the effect of nutrients application via leaf on the production of rubber plantations, aiming at increasing productivity. The correct fertilization of rubber plants is essential for balanced nutrition that is reflected in growth and productivity and has different objectives according to the phases of the rubber plantation. The experiment was installed in a property located in Colombia / SP, on a 13 year old on the RRIM-600 clone. Bleeding lots consisted of 1300 plants/day and the system adopted for this purpose was D7. In one of the treatments, foliar sprayings were carried out, with a turbo atomizer of 2000 L, in the months of May, September and November 2011 and January and March 2012, in addition to monthly applications of nutrients in the tapping panels. It was observed an average increase of 20% regarding rubber production obtained in the treatment that received a nutritional program composed of conventional fertilization, foliar fertilization and application in the panels, compared to the control that received only conventional fertilization. This experiment was carried out only in one agricultural year only and may have suffered the effect of variations from other factors, such as climatic variations and greater or lesser intensity of pests and/or diseases.
**KEYWORDS:** Rubber tree, leaf nutrition, productivity.

## 1 I INTRODUÇÃO

O aumento da produtividade da borracha natural é extremamente importante para o Brasil, visto que sua atual produção não atende plenamente a demanda interna. A despeito de todo o avanço obtido com pesquisas nacionais, o Brasil ainda não consegue suprir o mercado interno de látex, necessitando importar em torno de 60% do que consome. Em São Paulo, a heveicultura tornou-se uma das poucas opções de cultivo permanente para sustentação do desenvolvimento de várias regiões e é crescente e notória sua expansão para novas áreas. É uma atividade que demanda um investimento à longo prazo necessitando de utilização e aplicação de nutrientes de baixo custo, via folha e no painel de sangria da seringueira, que garantam melhor nutrição para planta, associada ao uso de fertilizantes via solo e consequentemente, melhorem as condições nutricionais das plantas, o enfolhamento e a produtividade.

A prática da adubação foliar no Brasil tem sido bastante intensificada nos últimos

anos em várias culturas. O valor verdadeiro da nutrição foliar está na suplementação da adubação no solo (macronutrientes) e na correção mais rápida de deficiências eventuais ou sistemáticas, (ANDA, 1975). Quando existem problemas de fixação de nutrientes pelo solo, as adubações foliares constituem o meio mais eficaz de fornecimento de nutrientes às culturas, (TISDALE & NELSON, 1970).

Os nutrientes aplicados via foliar podem ter sua absorção via cuticular e estomática (FAQUIN, 2005). São vários os fatores externos do ambiente e internos da planta que afetam a eficiência da adubação via folha. Nas condições atuais da agricultura brasileira, a adubação foliar é aplicada simultaneamente nos momentos de aplicação dos fitossanitários, fazendo com que a aplicação de nutrientes via folha, na maioria das vezes não se adeque às necessidades da planta ou mesmo para maior eficiência do uso do nutriente.

De acordo com o objetivo da adubação foliar, pode-se dividi-las de maneira preventiva, corretiva, substitutiva, complementar e suplementar no estádio reprodutivo. Na adubação foliar preventiva, ocorre a aplicação de nutrientes sem nem mesmo ter sido identificada sua necessidade. Já a adubação foliar corretiva, faz-se quando há a constatação de uma deficiência nutricional, aplicando-se apenas o nutriente específico, tornando uma ferramenta fundamental, por possibilitar correção rápida e efetiva da deficiência. Também pode-se utilizar a aplicação foliar substitutiva, que consiste em substituir uma aplicação que poderia ter sido feita via solo, ou a aplicação foliar complementar, que visa reforçar uma aplicação que foi feita via solo (ROSOLEM, 2002).

A adubação correta das plantas de seringueira é essencial para uma nutrição equilibrada que se reflete em crescimento e produtividade e tem diferentes objetivos de acordo com as fases do seringal. Na fase de formação do seringal, a adubação tem por principal objetivo a redução do período de imaturidade, ou seja, a antecipação do início da fase produtiva (Bataglia e Santos, 1998). A seringueira jovem cresce rapidamente em fluxos contínuos até o 4º ou 5º ano após a enxertia. A aplicação de pequenas doses de fertilizantes em curta freqüência de tempo é benéfica ao desenvolvimento da planta e oferece uma fonte contínua de nutrientes, ao mesmo tempo em que reduz perdas por lixiviação ou por lavagem superficial (Gonçalves et al., 2001).

Durante a fase de implantação da cultura e de explotação ou sangria, alguns problemas relacionados à fatores climáticos e/ou ambientais, bem como ao manejo incorreto da cultura, podem ocorrer. Em áreas comercialmente exploradas, devido à falta de gerenciamento agrícola, uso indiscriminado de estimulantes e inúmeros ferimentos provocados pela faca de sangria com conseqüente entrada de patógenos, têm causado problemas de secamento de painel e diminuição da produção de borracha. Estas árvores com problemas de secamento não produzem latéx, resultando em menor produtividade. Em casos extremos, dependendo da porcentagem de árvores com secamento, a exploração se torna inviável.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de nutrientes tanto

nas folhas como em painéis em seringais em produção, visando aumento da produtividade.

## 2 I MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado numa propriedade localizada no município de Colômbia/SP, no clone RRIM -600, em plantas com 13 anos de idade, tendo início no mês de outubro, sendo que à partir do mês de dezembro foi feita a primeira entrega de borracha e acompanhamento da produção mensal.

O sistema de sangria adotado no experimento foi o D7/6 que consiste em sangrar 6 tarefas semanais, e descansar no domingo. Cada tarefa era composta de 1300 plantas. No sistema de sangria relatado, a aplicação do Ethrel foi realizada a cada 30 dias, considerando os critérios que devem ser obedecidos para seu uso, como por exemplo a verificação da umidade do solo.

No tratamento nutricional foram feitas aplicações mensais de alguns produtos nos painéis de sangria, além de adubações foliares, para verificar incremento na produção, ao longo do tempo. A produção deste tratamento foi comparada com a produção do tratamento convencional. Nas duas circunstâncias foram utilizadas o mesmo número de árvores em sangria, todas elas com a mesma idade e a sangria realizada pelo mesmo sangrador.

O experimento teve início no mês de outubro, sendo que à partir do mês de dezembro foi feita a primeira entrega de borracha e acompanhamento da produção mensal. Em todos os tratamentos foram feitas as adubações de solo nos meses de novembro, janeiro e março, de acordo com análise de solo.

No tratamento nutricional foram feitas além das adubações de solo regulares, aplicações mensais no painel de sangria dos seguintes produtos: 100 mL de Reduphol plus + 20 mL de ML-4 + 6 L de Ubyphós + K, diluídos em 12 L de água. Também foram realizadas pulverizações foliares, com turbo atomizador de 2000 L, nos meses de maio, setembro e novembro de 2011 e janeiro e março de 2012, sendo que a primeira, a terceira e quinta pulverizações foram realizadas com os seguintes produtos: 4 kg de MS-28 + 4 L de L-15 e a segunda e quarta pulverizações foram feitas com: 200 mL de Reduphol plus + 4 kg de MS-2 + 4 L de Ubyphós + K.

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento começou no mês de outubro de 2011 e à partir de dezembro começaram as pesagens e entregas de produção.

Os resultados encontram-se apresentados na Tabela abaixo.

| Meses | Produção (kg) | | Diferença de Produção (%) |
|---|---|---|---|
| | Trat. Convencional | Trat. nutricional | |
| Dezembro de 2011 | 1450 kg | 1697 kg | 17% |
| Janeiro de 2012 | 711 kg | 874 kg | 23% |
| Fevereiro de 2012 | 1344 kg | 1680 kg | 25% |
| Março de 2012 | 1733 kg | 2063 kg | 19% |
| Abril de 2012 | 1271 kg | 1563 kg | 23% |
| Maio de 2012 | 1152 kg | 1348 kg | 17% |
| Junho de 2012 | 2348 kg | 2864 kg | 22% |
| Julho de 2012 | 1672 kg | 2006 kg | 20% |

A produção de borracha na área onde foi usado tratamento convencional foi de 11.681 kg de coágulo durante a safra, enquanto a área que recebeu o tratamento nutricional produziu 14.095 kg de coágulo. Houve uma diferença de produção nestas áreas, da ordem de aproximadamente 20,66 % onde foi feito além da adubação convencional, um programa de nutrição via folha e painel de sangria.

Na ocasião, o valor gasto com todas as aplicações do tratamento nutricional na área, considerando-se os produtos aplicados, quantidades e aplicação, resultaram num total de R$ 1.300,00, visto que duas das aplicações foliares foram realizadas, com outras operações para controle de pragas, no seringal.

O valor médio pago pelo coágulo durante a safra, nesta propriedade, foi de R$ 2,65. Se considerarmos a produção obtida em cada área o valor recebido na área do tratamento convencional de R$ 30.954,65 durante a safra contra um valor de R$ 37.351,75 para o tratamento nutricional. Isto gera uma diferença bruta de R$ 6.39710. Considerando o valor gasto com o tratamento na área e o valor recebido com a venda da produção, concluímos que onde foi feito tratamento nutricional via folha e painel, houve um incremento real para o produtor de R$ 5.097,10 na área em questão.

## 4 I CONCLUSÕES

Verificou-se incremento médio de 20 % sobre a produção de borracha no tratamento que recebeu o programa nutricional. Convém frisar que o experimento foi realizado em um ano agrícola apenas, podendo ter sofrido variações climáticas e efeito de maior ou menor intensidade de ataque de pragas ou acometimento por doenças.

Outros estudos sobre adubações foliares e seus efeitos sobre a produção de borracha natural devem ser realizados, principalmente em anos consecutivos a fim de se isolar tais variáveis.

## AGRADECIMENTOS

Aos produtores, funcionários e sangradores que participaram e ajudaram na realização do experimento;

À empresa Ubyfol pela parceria realizada;

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS (ANDA). **Manual de adubação**. São Paulo, 1975. 346 p.

BATAGLIA, O.C.; SANTOS, W.R. **Nutrição e adubação de seringais em formação e produção**. Trabalho apresentado no I Ciclo de Palestras sobre a Heveicultura Paulista, Barretos, SP, 1998. 16p.

GONÇALVES, P.S.; BATAGLIA, O.C.; ORTOLANI, A.A.; FONSECA, F.S. **Manual de heveicultura para o Estado de São Paulo.** Campinas: IAC, 2001. 78p. (Série Tecnologia APTA, Boletim Técnico IAC, 189).

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA / FAEPE, 2005. - Curso de PósGraduação "Lato Sensu" (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente.

ROSOLEM, C. A. **Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar.** Lavras: Ufla/Faepe, 2002.

TISDALE, S. L. & NELSON, W. L. **Fertilidad de los suelos y fertilizantes**. Barcelona, Montaner y Simón, 1970. 760p.

# CAPÍTULO 5

# INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA SOBRE COMPOSIÇÃO QUÍMICA, NA REGIÃO DO INFRAVERMELHO, DE BIOCARVÃO PRODUZIDO A PARTIR DE CASCAS DE CUPUAÇU

*Data de aceite: 03/05/2021*
*Data de submissão: 02/03/2021*

**Fabrício Marinho Lisbôa**
Professor Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia
Ariquemes – Rondônia
https://orcid.org/0000-0002-3776-5168

**Selma de Oliveira Freitas**
Professora Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia
Ariquemes – Rondônia
https://orcid.org/0000-0003-1363-6131

**Michelle Silva Ramos**
Professora Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia
Ariquemes – Rondônia
https://orcid.org/0000-0002-8903-0489

**Melissa Andrade Zamai**
Estudante, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia
Ariquemes – Rondônia
https://orcid.org/0000-0001-8759-4187

**Michely Andrade Zamai**
Estudante, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia
Ariquemes – Rondônia
https://orcid.org/0000-0002-3439-4357

**RESUMO:** O biocarvão pode ser definido como biomassa vegetal, que sofreu pirólise em ambiente com baixo oxigênio, sendo considerado como melhorador do solo, uma vez que pode contribuir para suas características químicas, físicas e biológicas. Diferentes materiais podem ser utilizados na produção de biocarvão, necessitando de estudo de caracterização antes de sua recomendação. Assim, o objetivo desse trabalho foi testar a influência das temperaturas: 300, 400 e 500 °C sobre a composição química, na região do Infravermelho, de biocarvão produzido a partir de cascas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). As cascas de cupuaçu foram secas em estufa a 105 °C por 48h. Em seguida, foram moídas. Os tratamentos aplicados foram: o material original (controle); material de pirólise à 300 °C; material de pirólise à 400 °C e material de pirólise à 500 °C. A taxa de aquecimento foi de 10 °C $min^{-1}$ durante os 30 primeiros minutos, a partir de então, a taxa foi elevada para aproximadamente 20 °C $min^{-1}$ até atingir a temperatura final desejada, após o qual foi mantida por mais 15 minutos, quando a reação foi considerada encerrada. Foram determinados a massa remanescente, carbono, nitrogênio, Polifenóis, Celulose e Lignina. Além de Espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier por refletância difusa. O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado, sendo aplicados quatro tratamentos e três repetições. Todos os resultados de caracterização do material foram submetidos à análise de variância (ANOVA). O aumento de temperatura proporcionou diminuição da massa remanescente, da celulose e polifenóis. Porém, houve aumento de Lignina, Cinzas, Carbono e Nitrogênio. Todos os espectros mostraram a banda 1.650 $cm^{-1}$, 1.250 $cm^{-1}$ e

1.720 $cm^{-1}$. Porém, houve diminuição nas bandas 2.922 $cm^{-1}$ e 1.050 $cm^{-1}$, indicando que, o aumento da temperatura proporcionou perda de água e redução de compostos alifáticos, com aumento proporcional de compostos recalcitrantes.
**PALAVRAS-CHAVE:** Cinzas, DRIFT, pirólise, *Theobroma grandiflorum.*

## INFLUENCE OF TEMPERATURE ON CHEMICAL COMPOSITION, IN THE INFRARED REGION, OF BIOCHAR PRODUCED FROM CUPUAÇU PEEL

**ABSTRACT:** Biochar can be defined as plant biomass, which has undergone pyrolysis in an environment with low oxygen, being considered as a soil improver, since it can contribute to its chemical, physical and biological characteristics. Different materials can be used in the production of biochar, requiring a characterization study before its recommendation. Thus, the objective of this work was to test the influence of temperatures: 300, 400 and 500 °C on the chemical composition, in the Infrared region, of biochar produced from cupuaçu peel (*Theobroma grandiflorum*). The cupuaçu peel were dried in an oven at 105 °C for 48 hours. Then they were ground. The treatments applied were: the original material (control); pyrolysis material at 300 °C; pyrolysis material at 400 °C and pyrolysis material at 500 °C. The heating rate was 10 °C $min^{-1}$ during the first 30 minutes, from then on, the rate was increased to approximately 20 °C $min^{-1}$ until reaching the desired final temperature, after which it was maintained for another 15 minutes, when the reaction was deemed to have ended. The remaining mass, carbon, nitrogen, polyphenols, cellulose and lignin were determined. In addition to *Fourier* transform infrared spectroscopy by diffuse reflectance. The experiment was conducted in a completely randomized design, with four treatments and three replications being applied. All results of characterization of the material were subjected to analysis of variance (ANOVA). The increase in temperature provided a decrease in the remaining mass, cellulose and polyphenols. However, there was an increase in Lignin, Ashes, Carbon and Nitrogen. All spectra showed the band 1,650 $cm^{-1}$, 1,250 $cm^{-1}$ and 1,720 $cm^{-1}$. However, there was a decrease in the 2,922 $cm^{-1}$ and 1,050 $cm^{-1}$ bands, indicating that the increase in temperature provided water loss and a reduction in aliphatic compounds, with a proportional increase in recalcitrant compounds.
**KEYWORDS:** Ash, DRIFT, pyrolysis, *Theobroma grandiflorum.*

## INTRODUÇÃO

A acumulação atmosférica de gases do efeito estufa, como dióxido de carbono ($CO_2$), vem aumentando desde 1970 (Revolução Industrial). Estima-se que a emissão anual de $CO_2$, a partir da queima de combustíveis fósseis, desmatamento e outras formas de uso terra, foi de aproximadamente 555 GtC, entre 1750 e 2011 (STOCKER et al., 2013).

Na atualidade a emissão de gases de efeito estufa vem atraindo grande atenção devido ao aquecimento global e seus consequentes danos, sendo os gases mais reportados $CO_2$, $CH_4$, $N_2O$ (SUN et al., 2014). No Brasil o $CO_2$ tem maior participação entre os gases de efeito estufa, com mais de 57%, sendo a agropecuária a atividade responsável pela maior emissão desse gás (35%), seguida pela produção de energia (32%) e uso da terra e

queima de florestas (22%) (MCTI, 2013).

Uma das medidas recomendadas para armazenamento do carbono emitido é sequestro de carbono no solo, o qual pode contribuir com quase 30% da acumulação, sendo o uso de Biocarvão, uma das tecnologias recomendadas para isso (EDENHOFER et al., 2015).

O biocarvão pode ser definido como biomassa vegetal, que sofreu pirólise em um ambiente de oxigênio nulo ou baixo, sendo mais bem descrito com condicionar de solo. Sugere-se que os componentes de carbono no biocarvão são altamente recalcitrantes, com tempos de residência no solo reportados de 100 a 1.000 anos, aproximadamente 10 a 1.000 vezes maior do que o tempo de residência da maioria da matéria orgânica do solo (VERHEIJEN et al., 2010).

Além de sua utilização na preservação do carbono, o biocarvão pode contribuir para características químicas, físicas e, até mesmo, biológicas do solo. Para ser considerado ideal, Rezende et al. (2011) destacaram que o biocarvão deve apresentar estrutura interna inerte, que faz preservar (sequestrar) o carbono no solo por muitos anos, e estrutura externa reativa para interagir com o ambiente. Entre essas interações, destaca-se a interação do biocarvão com estruturas orgânicas do solo; retenção de água; retenção de íons $H^+$ e $OH^-$, controlando o pH do solo; retenção de nutrientes que podem ser disponibilizados para as plantas e retenção de elementos tóxicos ($Al^{3+}$).

Inicialmente a combustão leva a perda de massa do material original, em função da degradação de compostos voláteis, além da degradação de compostos como hemicelulose e celulose, enquanto ocorre aumento proporcional de lignina. No entanto, inúmeras propriedades positivas podem ser observadas após a pirólise, como: elevação do pH; condutividade elétrica; capacidade de troca de cátions; aumento de macro e micronutrientes e aumento da relação C:N (Verheijen et al., 2010; Conz, 2015). Além disso, a liberação de materiais voláteis contribui para aumento da formação de poros que servem como habitat para a microbiota do solo e retenção de água no mesmo.

As propriedades do biocarvão dependem da composição do material a ser utilizado e da temperatura empregada. Quando a temperatura de pirólise é alta, menos biocarvão é gerado e a microestrutura se desenvolve mais efetivamente. O carbono também é liberado parcialmente como material volátil, mas outra parte dele permanece como carbono fixo. Porém, se a temperatura for muito alta, a perda de carbono e outros elementos do grupo funcional na superfície são excessivos (TAN et al., 2014).

De acordo com Bahng et al. (2009), as duas tecnologias mais comuns empregadas para produção dos biocarvões são a pirólise e gasificação. Na pirólise a biomassa é elevada a temperaturas que variam de 400 a 600 °C na ausência de oxigênio. Na gasificação a biomassa é elevada a temperatura maior que 700 °C, produzindo gases como $H_2$ e CO. Dependendo das condições de operação, o processo de pirólise pode ser dividido em três subclasses: pirólise lenta (aquecimento de ≈ 500 °C e taxa de aquecimento de 0,1-1 °C $S^{-1}$),

pirólise rápida (aquecimento de 600-1000 °C e taxa de aquecimento de 10-200 °C $S^{-1}$) e pirólise *flash* (aquecimento de 800-1000 °C e taxa de aquecimento de >1000 °C $S^{-1}$).

Utilizando as temperaturas de pirólise de 200, 300, 400 e 500 ºC, Chen et al. (2014), reportaram aumento de pH, teor de cinzas, e carbono orgânico, enquanto os teores de N, O, H diminuíram. Através de Ressonância Magnética Nuclear verificaram que houve perda de estruturas como celulose e hemicelulose, e a concentração de grupos aromáticos com o aumento de temperatura, esses grupos aromáticos são responsáveis pela maior permanência do carbono no solo. Esses dados indicam que a melhor temperatura para produção de biocavão encontra-se entre 500 a 700 °C.

Com relação aos diferentes materiais que podem ser utilizados na produção de biocarvão, esses vêm sendo relatados os mais diversos, sendo necessário o estudo de caracterização antes da recomendação mais precisa de diferentes biomassas.

Conz (2015), utilizando palha de cana-de-açúcar, casca de arroz, dejetos de galinhas e serragem, encontrou resultados satisfatórios para todos os biocarvões caracterizados. Todos exibiram propriedades de interesse agrícola, com aplicação voltada para fertilidade do solo (conteúdo de nutrientes e elevado pH) bem como o armazenamento do carbono no solo (carbono fixo, teor de carbono, grau de aromatização das moléculas). E, ao averiguar os materiais sob ponto de vista da fertilidade, os biocarvões de dejeto de galinha e palha de cana-de-açúcar assemelham-se por apresentarem conteúdo mais elevado de macro e micronutrientes, bem como pH e condutividade elétrica. Por sua vez, Alvum et al. (2011) observaram, em geral, maior concentração de nutrientes em biocarvões produzidos a partir de mandioca, folhas de café e folhas de bananeira.

Assim, o objetivo desse trabalho foi testar a influência das temperaturas: 300, 400 e 500 °C sobre a composição química, na região do Infravermelho, de biocarvão produzido a partir de cascas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Teste de Temperatura

As cascas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) foram secas em estufa a 105 °C por 48 h, até obtenção de massa constante. Em seguida, as cascas foram moídas em um moinho de facas Willey (SL-32 Solab). Após o qual, as amostras estavam prontas para serem submetidas aos tratamentos.

Com base na literatura consultada, as temperaturas utilizadas como tratamentos para degradação dos componentes vegetais foram, respectivamente: 300 °C; 400 °C e 500 °C (CHEN et al., 2014). Essas temperaturas foram selecionadas por terem apresentado os melhores resultados em outros estudos, além de facilitar as comparações.

A taxa de aquecimento foi de 10 °C $min^{-1}$ durante os 30 primeiros minutos, a partir de

então, a taxa foi aumentada para aproximadamente 20 °C $min^{-1}$ até atingir a temperatura final desejada. Ao alcançar o valor desejado de temperatura, a mesma foi mantida constante por 15 minutos, quando a reação foi considerada encerrada (CONZ, 2015). Após esfriamento em dessecador, o material obtido foi armazenado em ambiente hermeticamente fechado, até as análises.

## Massa remanescente (Mr)

A fim de se verificar a massa do material após a elevação da temperatura, foi calculada a massa remanescente (Mr), dividindo a massa da amostra final pela massa da amostra inicial, multiplicado por cem.

## Análise de Carbono e Nitrogênio

A análise do carbono foi realizada por oxidação por dicromato em meio ácido, determinada colorimetricamente a 600 nm (ANDERSON; INGRAM, 1992). A determinação do nitrogênio foi realizada por meio de solubilização sulfúrica seguida do método Kjeldahl (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2000).

## Polifenóis, Celulose e Lignina

A determinação dos teores de moléculas recalcitrantes como Polifenóis, Celulose e Lignina, foi realizada com base na solubilidade em solução detergente, segundo o método de Robertson e Van Soest (1981).

## Espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier por refletância difusa

As análises de Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier foram conduzidas por Refletância Difusa usando espectrômetro Shimadzu (DRS-8000A). Cada amostra foi misturada e triturada com brometo de potássio (KBr), após secagem em estufa a 60 ° C, e a leitura realizada empregando 40 varreduras e resolução de 4 $cm^{-1}$, na faixa espectral de 4.000 a 400 $cm^{-1}$. Os dados de espectro e intensidade de banda foram obtidos pelo programa Shimadzu IR Solution 1.6 após ajustar a linha de base geral do espectro em três pontos: 4.000, 2.000 e 400 $cm^{-1}$.

## Análise dos Resultados

O Experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado, sendo aplicados quatro tratamentos e três repetições. Os Tratamentos foram: o material original (controle); material aquecido à 300 °C; material aquecido à 400 °C e material aquecido à 500 °C. Todos os resultados de caracterização do material foram submetidos à análise de variância (ANOVA). No caso de efeitos significativos indicados na ANOVA, foram efetuadas comparações de médias por teste de Tukey ($\alpha$=5%).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diminuição da massa remanescente em função do aumento da temperatura, variando de 32,3%, em 300 °C, a 17,7%, em 500 °C (Tabela 1). Esta redução foi superior a 80% em 500 °C. Zhao et al. (2018) caracterizando biocarvões de diferentes fontes vegetais, obteve uma massa remanescente de, aproximadamente, 18 a 41%, a uma temperatura de 500 °C. Esse fato pode estar relacionado à perda de água, compostos voláteis e também componentes complexos, como a celulose (ZHANG et al., 2020).

Conforme mostrado na tabela 1, a celulose e os polifenóis diminuíram com o aumento da temperatura para 500 °C. Os polifenóis diminuíram de 8,4 $g.kg^{-1}$ para 1,0 $g.kg^{-1}$ e a celulose diminuiu de 307,2 $g.kg^{-1}$ para 13,2 $g.kg^{-1}$. O comportamento oposto foi observado para Lignina e Cinzas, aumentando os valores com o aumento da temperatura. A lignina aumentou de 438,2 $g.kg^{-1}$ para 896,4 $g.kg^{-1}$ e as cinzas de 5,6 $g.kg^{-1}$ para 19,1 $g.kg^{-1}$. Como houve diminuição da Massa Remanescente e de Polifenóis e Celulose, isso pode indicar que havia maior participação de Lignina na composição das cinzas.

Os teores de carbono (C) foram menores no material verde, 424,5 $g.kg^{-1}$, aumentando significativamente em 500 °C para 465,5 $g.kg^{-1}$. Entretanto, os maiores valores foram observados nas temperaturas intermediárias de 300 e 400 °C (488,6 e 488,3 $g.kg^{-1}$, respectivamente). Também foi observado aumento para o nitrogênio (N), o qual aumentou de 4,7 $g.kg^{-1}$ para 6,6 $g.kg^{-1}$, em 500 °C (Tabela 1). Esse comportamento pode estar associado a um aumento nos valores de lignina, em relação ao material original. De acordo com Zhang et al. (2020), isso indica que a estrutura aromática se forma em temperaturas crescentes devido à decomposição da celulose e outras macromoléculas.

| Variável | T000 | T300 | T400 | T500 |
|---|---|---|---|---|
| Mr (%) | - | 32,3a[(1)] | 22,8b | 17,7c |
| Cinzas ($g.kg^{-1}$) | - | 5,6c | 15,6b | 19,1a |
| C($g.kg^{-1}$) | 424,5c | 488,6a | 488,3a | 465,5b |
| N ($g.kg^{-1}$) | 4,7c | 7,8a | 7,8a | 6,6b |
| Pol ($g.kg^{-1}$) | 8,4a | 1,2b | 0,9c | 1,0c |
| Cel ($g.kg^{-1}$) | 307,2a | 44,3b | 16,7c | 13,2d |
| Lig ($g.kg^{-1}$) | 438,2d | 922,7a | 894,4c | 896,4b |

[(1)]Médias seguidas de letras distintas, diferem entre si, nas linhas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 1. Valores de Massa Remanescente (Mr), Cinzas, Carbono (C), Nitrogênio (N), Polifenóis (Pol), Celulose (Cel) e Lignina (Lig) em biocarvão produzido a partir de cascas de cupuaçu submetida a diferentes temperaturas.

A Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier, por Refletância

Difusa, mostrou semelhanças entre os espectros a 300, 400 e 500 °C (Figura 1). Todos os espectros mostraram a banda 1.650 $cm^{-1}$ de vibração de estiramento de C=C em anel aromático e vibração de estiramento de C=O em cetona e quinona (1.600-1.580 $cm^{-1}$) (Zang et al., 2020); e bandas 1.250 $cm^{-1}$ de estiramento assimétrico de C-O-C; e 1.720 $cm^{-1}$ relacionada à ligação C=O (BARBOSA, 2007).

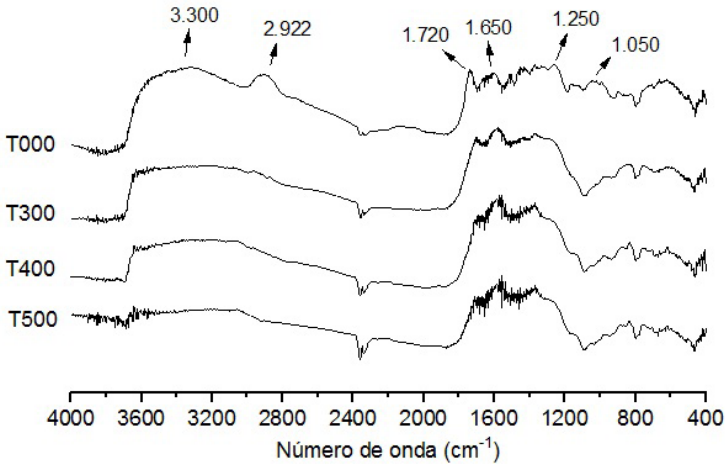



Figura 1. Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de *Fourier*, por Refletância Difusa, de biocarvão produzido a partir de casca de cupuaçu submetida a diferentes temperaturas.

Esses espectros diferiram do material original quanto à presença da banda 3.300 $cm^{-1}$, ligação H do grupo OH, indicando perda de água do material original, quando submetido a diferentes temperaturas (WANG et al., 2013).

Houve diminuição nas bandas relacionadas aos grupos alifáticos como banda 2.922 $cm^{-1}$, da vibração de estiramento assimétrico C–H (grupamento alifático); e banda 1.050 $cm^{-1}$ de estiramento em C-O (BARBOSA, 2007). A diminuição dessas bandas está relacionada à perda de compostos como celulose e polissacarídeos (WANG et al., 2013; ZHANG et al., 2020), o que corrobora à diminuição de celulose e polifenóis após o aumento da temperatura, observado na tabela 1.

A diminuição de compostos de água e carbono menos resistentes à temperatura corrobora os dados, aqui apresentados, sobre a perda de massa do material quando submetido a altas temperaturas e pode ser indicativo da perda de compostos como polifenóis e celulose, que também diminuíram após a temperatura aumentar.

O aumento da temperatura, que proporciona a perda de OH e grupos alifáticos, melhora a formação de poros devido ao desenvolvimento de estruturas em anel aromático (WANG et al., 2013).

## CONCLUSÕES

O Aumento da temperatura aplicada sobre as cascas de cupuaçu, para produção de biocarvão, proporcionou alterações em sua composição. Além da perda de água e redução de compostos alifáticos, houve aumento proporcional de compostos recalcitrantes, como a Lignina.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Rondônia (IFRO), Universidade Federal de Rondônia (UNIR) e Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) pelo apoio ao Projeto.

## REFERÊNCIAS

ALVUM-TOLL, K.; KARLSSON, T.; STRÖM, H. **Biochar as soil amendment – A comparison between plant materials for biochar production from three regions in Kenya**. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences Department of Soil and Environment, 2011.

ANDERSON, J.D.; INGRAM, J.S.I. **Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods**. 2a ed. London: Oxford University Press; 1992.

BAHNG, M-K.; MUKARAKATE, C.; ROBICHAUD, D.J.; NIMLOS, M.R. **Current technologies for analysis of biomass thermochemical processing: A review**. Analytica Chimica Acta, 651, p. 117–138, 2009.

BARBOSA, L.C.A. **Espectroscopia no Infravermelho na caracterização de compostos orgânicos**. Viçosa: UFV; 2007.

CHEN, C.P.; CHENG, C.H.; HUANG, Y.H.; CHEN, C.T.; LAI, C.M.; MENYAILO, O.V.; FAN, L.J.; YANG, Y.W. **Converting leguminous green manure into biochar: changes in chemical composition and C and N mineralization**. Geoderma. 2014; 232/234, p. 581–588. DOI: https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.06.021

CONZ, R.F. **Caracterização de matérias-primas e biochars para aplicação na agricultura**. 2015. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-13052015-142608/publico/Rafaela_Feola_Conz_versao_revisada.pdf. Acesso em: 21 ago. 2020.

EDENHOFER, O.; PICHS-MADRUGA,R.; SOKONA, Y.; FARAHANI, E.; KADNER, S.; SEYBOTH, K.; ADLER, A.; BAUM, I.; BRUNNER, S.; EICKEMEIER, P.; KRIEMANN, B.; SAVOLAINEN, J.; SCHLÖMER, S.; VON STECHOW, C.; ZWICKEL, T.; MINX, J.C. **Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Métodos de Análise de Tecidos Vegetais Utilizados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; 2000. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/62212/1/Metodo-de-analise-de-tecido.pdf. Acesso em: 21 ago. 2020.

MCTI. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. Brasília: SEPED, 2013. 80 p.

REZENDE, E.I.P.; ANGELO, L.C.; SANTOS, S.S.; MANGRICH, A.S. **Biocarvão (Biochar) e Sequestro de Carbono**. Revista Virtual Química, 3, p. 426-433, 2011.

ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J. **The detergent system of analysis and its application to humam foods**. In: James WPT, Theander O, editor. The analysis of dietary fiber in food. New York: Marcel Dekker; 1981.

STOCKER,T.F.; QIN, D.; PLATTNER, G.K.; TIGNOR, M.; ALLEN, S.K.; BOSCHUNG, J.; NAUELS, A.; XIA, Y.; BEX, V.; MIDGLEY, P.M. **Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

TAN, C.; YAXIN, Z.; HONGTAO, W.; WENJING, L.; ZEYU, Z.; YUANCHENG, Z.; LULU, R. **Influence of pyrolysis temperature on characteristics and heavy metal adsorptive performance of biochar derived from municipal sewage sludge**. Bioresource Technology. 2014; 164, p. 47–54. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.04.048

VERHEIJEN, F.; JEFFERY, S.; BASTOS, A.C.; VAN DER VELDE, M.; DIAFAS, I. **Biochar Application to Soils: A Critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, Processes and Functions**. Luxembourg: Office for the Official Publications of the European Communities; 2009. Disponível em: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/111111111/13558/1/jrc_biochar_soils.pdf. Acesso em: 21 ago. 2020.

WANG, Y.; HU, Y.; ZHAO, X.; WANG, S.; XING, G. **Comparisons of biochar properties from wood material and crop residues at different temperatures and residence times**. Energie Fuel. 2013; 27: 5890-5899. DOI: https://doi.org/10.1021/ef400972z

ZHANG, X.; ZHANG, P.; YUAN, X.; LI, Y.; HAN, L. **Effect of pyrolysis temperature and correlation analysis on the yield and physicochemical properties of crop residue biochar**. Bioresource Technology. 2020; 296: 1-8. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122318

ZHAO, B.; O'CONNOR, D.; ZHANG, J.; PENG, T.; SHEN, Z.; TSANG, D.C.W.; HOU, D. **Effect of pyrolysis temperature, heating rate, and residence time on rapeseed stem derived biochar. Journal of Cleaner Production**. 2018; 174: 977-987. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.013

# CAPÍTULO 6

# DIVERSIDADE DOS GRUPOS FUNCIONAIS DA FAUNA EDÁFICA SOB DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO DE MILHO

*Data de aceite: 03/05/2021*
*Data de submissão: 12/02/2021*

**Kaline Oliveira da Silva**
Universidade Federal do Cariri - UFCA
Mauriti – Ceará
http://lattes.cnpq.br/2159295960906250

**Gabriela Gonçalves Costa**
Universidade Federal do Cariri
Várzea Alegre – Ceará
http://lattes.cnpq.br/7200935311308835

**João Henrique Araújo de Albuquerque**
Universidade Federal do Cariri
Crato – Ceará
http://lattes.cnpq.br/6920007195250866

**Antonio Hyago Mendes Gonçalves**
Universidade Federal do Cariri
Farias Brito – Ceará
http://lattes.cnpq.br/8770775730957013

**Sérgio Manoel Alencar Sousa**
Universidade Federal do Cariri
Mauriti – Ceará
http://lattes.cnpq.br/0825295451035003

**José Jonas Gomes Cavalcante**
Universidade Federal do Cariri
Juazeiro do Norte - Ceará
http://lattes.cnpq.br/0738177779195711

**Cícero Aparecido Ferreira Araújo**
Universidade Federal do Cariri
Crato - Ceará
http://lattes.cnpq.br/5887446046810771

**Eduardo Oliveira Nascimento**
Universidade Federal do Cariri - UFCA
Juazeiro do Norte - Ceará
http://lattes.cnpq.br/4176034690797643

**Cicero Cordeiro Pinheiro**
Universidade Federal do Cariri
Crato - Ceará
http://lattes.cnpq.br/3120411781798460

**Márcio Godofrêdo Rocha Lobato**
Instituto Federal do Pará - Campus Óbidos
Óbidos - Pará
http://lattes.cnpq.br/3893611906872573

**Sebastião Cavalcante de Sousa**
Universidade Federal do Cariri
Crato - Ceará
http://lattes.cnpq.br/2412614791849127

**RESUMO:** A fauna edáfica influencia diretamente na disponibilidade de matéria orgânica, onde parte daqueles que compõem esta categoria se alimentam dela e promovem a ciclagem de nutrientes, favorecendo ou não o manejo de culturas de interesse econômico. Este trabalho avaliou a diversidade dos grupos funcionais da fauna edáfica sob diferentes sistemas de plantio de milho, coletados por meio de armadilha e avaliadas classificando-as. O experimento foi implantado no Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade da Universidade Federal do Cariri, no ano de 2019. Foram selecionadas 4 áreas com diferentes manejos: plantio de milho convencional e irrigado (PMCI); plantio de milho convencional e sequeiro (PMCS); milho de plantio direto em sequeiro (MPDS); e vegetação

tipo capoeira (VC). Em cada área foram instaladas armadilhas *pitfall trap,* com volume de 250ml e dispostas por caminhamento aleatório, contendo solução de formol a 4%. Após o período de 7 dias, as armadilhas foram identificadas, separando e classificando seu conteúdo de acordo com os grupos funcionais. Observou-se que no sistema PMCI a grande maioria do material coletado, 93%, correspondia aos fitófagos, e 3% e 4%, a predadores e saprófitos respectivamente. No sistema PMCS, 56% foram fitófagos e 44% predadores, não havendo saprófitos. No sistema MPDS, 93% do material correspondia a fitófagos e 7% a predadores, não havendo saprófitos. Por fim, na VC, 61% do material coletado eram de fitófagos, 38% de predadores e 1% de saprófitos. Os resultados demonstram que o grupo de fitófagos foi mais numeroso em todos os sistemas de plantio avaliados. Podendo isso ser explicado pelo fato dos organismos da fauna edáfica possuírem comportamentos diferenciados, variando de acordo com o sistema de plantio e manejo utilizado. O SPD e o sistema convencional irrigado apresentaram maior abundância de fitófagos em relação aos demais sistemas avaliados por conta de sua umidade elevada no solo.
**PALAVRAS-CHAVE:** *Pitfall trap.* Plantio Direto. Manejo do Solo. Mesofauna. Macrofauna.

## DIVERSITY OF FUNCTIONAL GROUPS OF SOIL FAUNA UNDER DIFFERENT CORN PLANTING SYSTEMS

**ABSTRACT:** The soil fauna directly influences the availability of organic matter, where part of those that make up this category feed on it and promote the cycling of nutrients, favoring or not the management of crops of economic interest. This work evaluated the diversity of functional groups of soil fauna under different corn planting systems, collected by means of traps and evaluated by classifying them. The experiment was implemented in the Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade of the Universidade Federal do Cariri, in the year 2019. Four areas with different management were selected: convencional and irrigated corn plantation (CICP); conventional and rainfed system corn plantation (CRSCP); corn's direct plantation in rainfed system (CDPRS); and vegetation type capoeira (VTC). Pitfall traps were installed in each area, with a volume of 250ml and arranged by randomized walk, containing 4% formaldehyde solution. After 7 days, the traps were identified, separated and classified their content according to functional groups. It was observed that in the CICP system the vast majority of the collected material, 93%, corresponded to phytophages, and 3% and 4%, to predators and saprophytes, respectively. In the CRSCP system, 56% were phytophages and 44% predators, with no saprophytes. In the CDPRS system, 93% of the material corresponded to phytophages and 7% to predators, with no saprophytes. Finally, in the VTC, 61% of the collected material was phytophages, 38% predators and 1% saprophytes. The results show that the group of phytophages was more numerous in all planting systems evaluated. This can be explained by the fact that the organisms of the soil fauna have different behaviors, varying according to the planting system and management used. The SPD and the conventional irrigated system showed a greater abundance of phytophages than the other systems evaluated because of its high soil moisture.
**KEYWORDS:** Pitfall trap. Direct Planting System. Soil Management. Soil Mesofauna. Soil Macrofauna.

## 1 | INTRODUÇÃO

Quando se refere à utilização do solo objetivando atingir maior produtividade, a fauna edáfica é um elemento que recebe atenção insuficiente (BARETTA et al., 2011). Apesar de os microrganismos serem os principais responsáveis pelo processo de mineralização dos nutrientes no solo, é a fauna edáfica que executa o papel de regulação microbiana (CORREIA & OLIVEIRA, 2005).

No que diz respeito à fauna edáfica, pode ser classificada em três níveis: macrofauna, mesofauna e microfauna. A macrofauna possui importante função no crescimento vegetal, pois, auxilia para a conservação da matéria orgânica e controla a estruturação do solo através do restauro das propriedades físicas do solo (POMPEO et al., 2016).

Já a mesofauna do solo pode ser considerada um bioindicador da qualidade do solo, pois além de ser uma comunidade muito sensível a variações sazonais e ao manejo do solo, possui papel ativo na ciclagem de nutrientes através das relações de mutualismo e predação de microrganismos edáficos (BERUDE et al.; 2015).

A microfauna, em razão do seu tamanho, não produz excrementos na forma sólida, para atuar como estruturas no solo após sua decomposição. Apesar disso, essa classe de organismos são de suma importância na dinâmica populacional de microrganismos e na soltura de nutrientes imobilizados na biomassa microbiana (CORREIA & OLIVEIRA, 2005).

Organismos fitófagos são organismos que possuem como fonte de alimentação plantas, em cultivos comerciais são considerados danosos e podem causar prejuízos se em altas concentrações (MATRANGOLO; CRUZ; LÚCIA, 1997)

Insetos predadores são amplamente utilizados como controle de pragas como alternativa ao uso de inseticidas, já que como o próprio nome diz, eles alimentam-se de outros organismos considerados prejudiciais às plantas (GASSEN, 1986).

Os saprófitos agem como recicladores de nutrientes no solo. Eles atuam no processo de decomposição da matéria orgânica, facilitando a absorção de nutrientes provenientes da decomposição por outros organismos (FORZZA et al., 2010).

As atividades biorreguladoras desses organismos são concentradas na camada superficial do solo, com até 15 cm de profundidade nos solos tropicais, e até 30 cm nos solos de regiões temperadas (PRIMAVESI, 1990). A fauna edáfica influencia diretamente na disponibilidade de matéria orgânica, já que boa parte daqueles que compõem esta categoria se alimentam dela e promovem a ciclagem de nutrientes, favorecendo ou não a instalação e manutenção de culturas de interesse econômico, portanto, a presença e densidade deste grupo têm peso sobre o manejo a ser adotado.

A vegetação também possui papel importante na fauna edáfica, através dela determina-se grande parte dos microrganismos que compõem a fauna do solo. As propriedades e a quantidade do material resíduo, em particular ambientes de clima tropical, podem exercer grande influência nas populações da macrofauna do solo, resultando em

diferentes mobilizações nos componentes nutritivos (WARREN & ZOU, 2002).

A fauna edáfica, apesar de ser uma temática de grande importância para a biologia do solo, ainda é um eixo pouco explorado por parte dos pesquisadores. Visto isso, o presente trabalho objetivou avaliar a diversidade dos grupos funcionais da fauna edáfica sob diferentes sistemas de plantio de milho, capturadas de forma amostral por meio de armadilha e avaliadas posteriormente classificando-as.

## 2 I MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi implantado em 2019 em uma área experimental no Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB) da Universidade Federal do Cariri (UFCA), Campus Crato, Ceará, localizado a a 7º 13' 56" de latitude Sul e 39º 22' 11" de longitude Oeste, com altitude média de aproximadamente 440 m. O clima da região é categorizado segundo a classificação de Köppen (KÖPPEN & GEIGER, 1928) como tropical úmido com estação seca, correspondente ao clima Aw. A precipitação média anual é de 1.047,9 mm e temperatura média anual de 24,1 º C (SILVA et al., 2013). O solo da unidade experimental é classificado segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA SOLOS, 2018), com relevo suave ondulado e textura arenosa.

Para a realização do experimento foram selecionadas quatro áreas com diferentes manejos: Área 1 – plantio de milho convencional e irrigado – PMCI (Figura 2a); Área 2 – plantio de milho convencional e sequeiro – PMCS (Figura 2b); Área 3 - milho de plantio direto em sequeiro – MPDS (Figura 2c); e Área 4 - Vegetação capoeira – VC (Figura 2d).

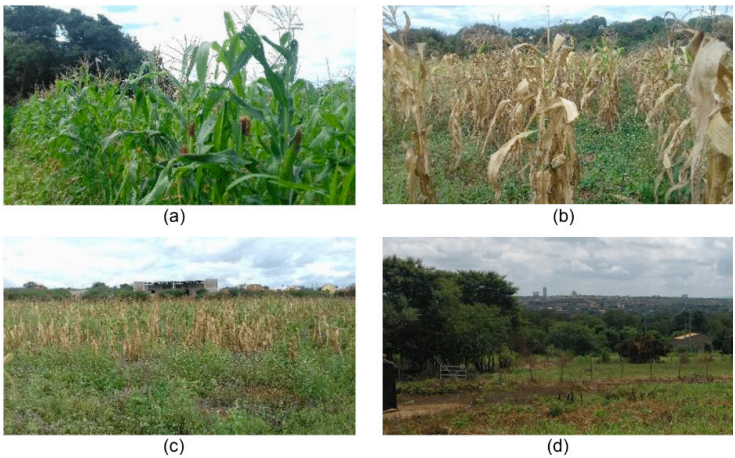



Figura 2: diferentes áreas de manejo: (a) plantio de milho convencional, irrigado; (b) plantio de milho convencional e sequeiro; (c) milho em plantio direto e em sequeiro e, (d) vegetação capoeira.

Fonte: os autores, 2019.

Em cada área foram instaladas armadilhas do tipo *pitfall trap* (armadilha de queda), feita de recipientes plásticos com capacidade de 250 ml, instalados com sua borda superior na interface da superfície do solo, cobertas com pratos plásticos para protegê-los da ação da chuva até o fim de sua permanência no campo, suspensos por três palitos ao redor da armadilha, estando essa proteção a aproximadamente 25 centímetros do solo (Figura 1). Foi também adicionada uma solução de formol a 4% para conservação da fauna coletada no período de permanência do experimento no campo.

As armadilhas foram distribuídas nas áreas por caminhamento aleatório conforme o descrito por Filizola et al. (2006) para coleta de amostra de solos, para que pudesse se representar melhor a área como um todo, totalizando 4 armadilhas para cada sistema de manejo estudado.

Figura 1: armadilha *pitfall* montada e instalada.

Fonte: os autores, 2019.

A coleta da fauna edáfica foi realizada no período de 10 a 17 de junho de 2019. Ao final desse período, as armadilhas foram retiradas do campo, identificadas segundo as áreas que foram instaladas e levadas ao laboratório de solos do CCAB/UFCA. Cada uma das *pitfall trap* foi cuidadosamente examinada, tendo todo o material coletado separado por categorias em fitófagos, predadores e saprófitos.

Para avaliação dos dados, foi realizado um cálculo simples de média para os sistemas de manejo entre as 4 armadilhas de cada um deles. Em seguida, os dados em porcentagem foram organizados em uma tabela e posteriormente projetados em um gráfico de barras.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após avaliação das armadilhas, contagem e classificação do material, observou-se que no sistema de manejo com o Plantio do Milho Convencional Irrigado a grande maioria do material coletado, 93%, correspondia aos fitófagos, o restante 3% e 4%, a predadores e saprófitos respectivamente (Tabela 1).

No Sistema Convencional de Sequeiro, foram encontrados 56% de fitófagos e 44% de predadores, não havendo ocorrência de saprófitos (Tabela 1).

Avaliando o Sistema de Plantio Direto, 93% do material coletado correspondia a fitófagos e 7% de predadores, não havendo também ocorrência de saprófitos (Tabela 1).

Por fim, na Capoeira, 61% do material coletado eram de fitófagos, 38% de predadores e 1% de saprófitos (Tabela 1).

| Sistemas de plantio | Fitófagos | Predadores | Saprófitos |
|---|---|---|---|
| Convencional Irrigado | 93 | 3 | 4 |
| Convencional Sequeiro | 56 | 44 | 0 |
| Plantio Direto | 93 | 7 | 0 |
| Capoeira | 61 | 38 | 1 |

Tabela 1: distribuição relativa (%) de indivíduos para diferentes grupos funcionais.

Fonte: os autores, 2020.

Visto isso, os resultados demonstram que o grupo de fitófagos foi mais numeroso em todos os sistemas de plantio avaliados, seguido de predadores e saprófitos (Gráfico 1).

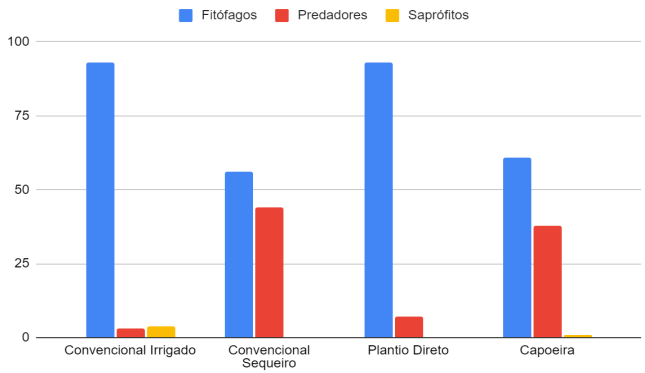



Gráfico 1: distribuição da fauna (%) nos diferentes sistemas de manejo estudados.

Fonte: os autores, 2020.

Isso pode ser explicado pelo fato dos organismos da fauna edáfica possuírem comportamentos diferenciados, variando de acordo com o sistema de plantio e manejo utilizado. Alguns insetos-praga, como é o caso dos fitófagos, vão apresentar maiores populações quando associados a monocultivos por conta da menor diversidade encontrada nesses agroecossistemas, o que facilita que esses insetos encontrem seu hospedeiro (TAHVANAINEN & ROOT, 1972). Portanto, tais efeitos podem esclarecer o alto índice desses herbívoros nos sistemas de manejo estudados, principalmente no Plantio de Milho Convencional Irrigado, onde esse índice chega a alcançar 93%.

Os fitófagos podem ter sido grandemente favorecidos no Sistema de Plantio Direto por conta do maior índice de cobertura vegetal do solo constituindo uma das principais fontes de alimento (COLEMAN & CROSSLEY 1995).

A contribuição da presença de palha na superfície para manter as taxas do acúmulo de matéria orgânica e infiltração de água favorecem muito a fauna do solo (AGOSTINETTO et al. 2000). Portanto, O Sistema Convencional Irrigado, com a manutenção da constante umidade do solo, e o Sistema de Plantio Direto, com um maior índice cobertura vegetal, são diretamente favorecidos com uma maior quantidade de indivíduos quando comparados aos demais sistemas de manejo.

Na capoeira, notou-se uma diminuição da quantidade relativa de indivíduos quando comparada aos outros sistemas de manejo. Por ser uma mata em regeneração, segundo Rodrigues et al. (2010), ela é formada por clareiras por conta de seu dossel ainda não estar, por vezes, completamente formada, o que vai facilitar a entrada de raios solares e a passagem de chuva, acelerando assim a rápida decomposição do material encontrado no solo, disponibilizando matéria orgânica com mais rapidez para o solo no local.

## 4 I CONCLUSÃO

O sistema de plantio direto e o sistema convencional irrigado apresentaram maior abundância de fitófagos, e consequentemente maior quantidade de indivíduos da fauna edáfica em relação aos demais sistemas avaliados por conta de sua maior do solo e maior quantidade de matéria orgânica.

## REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, D. et al. **Adaptação de espécies utilizadas para cobertura de solo no sul do Rio Grande do Sul**. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v. 6, n. 1, p. 47-52, 2000.

BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.S.; SEGAT, J.C.; GEREMIA, E.V.; OLIVEIRA FILHO, L.C.I.; ALVES, M.V. **Fauna edáfica e qualidade do solo.** Tópicos Especiais em Ciência do Solo, v.7, p.119-170, 2011.

BERUDE, M.; GALOTE, J. K.; PINTO, P. H.; AMARAL, A. **A mesofauna do solo e sua importância como bioindicadora. Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, 2015.

COLEMAN, D. C.; CROSSLEY JUNIOR, D. A. ***Fundamentals of soil ecology***. San Diego: Elsevier, 1995.

CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L.C.M. **Importância da fauna de solo para a ciclagem de nutrientes. Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 77-99, 2005.

GASSEN, D. N. **Parasitos, patógenos e predadores de insetos associados à cultura do trigo.** Embrapa Trigo-Circular Técnica (INFOTECA-E), 1986.

FILIZOLA, H. F.; GOMES, M. A. F.; SOUZA, M. D. **Manual de Procedimentos de Coleta de Amostras em Áreas Agrícolas para Análise da Qualidade Ambiental: Solo, Água e Sedimentos**. EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ª Edição. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro – RJ – 2006. 1ª edição. Jaguariúna - SP: Embrapa Meio Ambiente, 2006.

FORZZA, RC., org., et al. INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil [online]**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. 871 p. Vol. 1. ISBN 978-85- 8874-242-0. Available from SciELO Books <https://books.scielo.org>.

Köppen, W., Geiger, R. 1928. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Condicionadas. Justus Perthes. n.p.

MATRANGOLO, W. J. R.; CRUZ, I.; LÚCIA, T. M. C. D. **Insetos fitófagos presentes em estilos-estigma e espigas de milho e avaliação de dano.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília - DF, v. 32, n. 8, ago. 1997.

POMPEO, P.N.; OLIVEIRA FILHO, L.C.I.; KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A.L.; BARETTA, C.R.D.M.; BARETTA, D. **Diversidade de Coleoptera (Arthropoda: Insecta) e atributos edáficos em sistemas de uso do solo no Planalto Catarinense**. Scientia Agraria, v.17, n.1, p.16-28, 2016.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais**. 9. ed. São Paulo: Nobel, 1990.

RODRIGUES, A. B. C.; SCARAMUZZA, W. L M. P.; SCARAMUZZA, J. F.; ROCHA, F. **Atributos Químicos em Solo sob Floresta Nativa e Capoeira**. UNICiências, Londrina, v.14, n.1, 2010.

Silva, J.A.S., Medeiros, R.M., Silva, A.O., Silva, J.W.O.S., Matos, R.M. 2013. **Oscilações no regime da precipitação pluvial no município de Barbalha - CE**. I Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido – SBRNS, Anais, 22 a 24 de maio de 2013, Iguatu – CE, Brasil.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5ª Edição . Brasília -DF: Embrapa Solos, 2018.

TAHVANAINEN, J.O.; ROOT, R.B. **The influence of vegetational diversity on the population ecology of a specialized herbivore, *Phyllotreta crucifeare* (Coleoptera: Chrysomelidae)**. Oecologia, Berlin, v.10, n.3, p.321-346, 1972.

WARREN, M. W.; ZOU, X. **Soil macrofauna and litter nutrients in three tropical tree plantations on a disturbed site in Puerto Rico**. Forest Ecology and Management, Amsterdam, v. 170, p. 161-171, 2002.

# CAPÍTULO 7

# AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE UM PREBIÓTICO NO DESEMPENHO DE LEITÕES DESMAMADOS

*Data de aceite: 03/05/2021*
*Data de submissão: 12/02/2021*

**Eduardo Miotto Ternus**
Departamento técnico de Suínos Vetanco S/A
Chapecó – Santa Catarina
0000-0002-1372-9066

**Fabrizzio Matté**
Departamento técnico de Suínos Vetanco S/A
Chapecó – Santa Catarina
0000-0002-5308-5656

**Lucas Piroca**
Departamento Comercial de Suínos Vetanco S/A
Chapecó – Santa Catarina
0000-0002-4207-9357

**Thalita Malta**
Departamento Regulatórios Vetanco S/A
Chapecó – Santa Catarina
0000-0002-2564-6938

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho e a saúde intestinal de leitões desmamados submetidos ao uso de um aditivo prebiótico durante a fase de maternidade, bem como suas repercussões na ocorrência e na intensidade das diarreias. Os tratamentos experimentais corresponderam a: T1 - Controle positivo (Gamaxine®); T2 - Controle negativo. Foram utilizadas 86 leitegadas oriundas de matrizes entre a primeira e sexta parição, de forma equilibrada entre os tratamentos totalizando 1056 leitões. O desmame foi realizado aos com 24 dias de idade média. Foram avaliados o percentual de incidência de diarreia, peso médio ao nascimento e desmame (individual e da leitegada com a respectiva média), índice de mortalidade e número de leitões medicados para diarreia. Os tratamentos 1 e 2 apresentaram uma taxa de mortalidade na maternidade de 7,8% e 10,69%, respectivamente, sendo uma significativa diferença. A menor mortalidade em T1 (Gamaxine®) resultou num maior número de leitões desmamados neste tratamento. Assim, os leitões tratados com o aditivo prebiótico neste experimento apresentaram uma leitegada mais pesada ao desmame, sendo 65,37 kg para T1 e 64,77 kg para T2 (p=0,05). O Tratamento 1 (Gamaxine®) teve menor incidência de diarreias e menor porcentual de refugos. O desempenho dos leitões tratados com o aditivo prebiótico na maternidade foi significativamente superior aos leitões do grupo controle, o que torna o uso destes produtos alternativos uma alternativa interessante na suinocultura atual.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desempenho de leitões desmamados, substituição de antimicrobianos, uso de aditivos na suinocultura, prebióticos em suínos, *Bacillus subtilis.*

## EVALUATION OF THE EFFICACY OF A PREBIOTIC IN THE PERFORMANCE OF WEANED PIGLETS

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the performance and intestinal health of weaned piglets submitted to the use of a prebiotic additive during the maternity phase, as well as its repercussions on the occurrence and intensity of

diarrhea. The experimental treatments corresponded to: T1 - Positive control (Gamaxine®); T2 - Negative control. 86 litters from breeding stock between the first and sixth sows were used, in a balanced way between treatments, totaling 1056 piglets. Weaning was performed at 24 days of age. The percentage of diarrhea incidence, mean weight at birth and weaning (individual and litter with the respective mean), mortality rate and number of piglets medicated for diarrhea were evaluated. Treatments 1 and 2 had a maternity mortality rate of 7.8% and 10.69%, respectively, with a significant difference. The lower mortality in T1 (Gamaxine®) resulted in a greater number of piglets weaned in this treatment. Thus, piglets treated with the prebiotic additive in this experiment had a heavier litter at weaning, with 65.37 kg for T1 and 64.77 kg for T2 ($p = 0.05$). Treatment 1 (Gamaxine®) had a lower incidence of diarrhea and a lower percentage of weak piglets. The performance of piglets treated with the prebiotic additive in the maternity unit was significantly superior to piglets in the control group, which makes the use of these alternative products an interesting alternative in current pig farming.
**KEYWORDS**: Performance of weaned piglets, replacement of antimicrobials, use of additives in swine, prebiotics in pigs, *Bacillus subtilis*.

## INTRODUÇÃO

Para concorrer de forma participativa no mercado internacional, a empresa suinícola deve adaptar-se à tendência de não-utilização de antibióticos, mesmo conhecendo seus benefícios no desempenho animal (Fedalto *et al.,* 2002). Entre as vantagens da utilização destes aditivos como promotores de crescimento, destacam-se a ausência do fenômeno de resistência bacteriana e a manutenção da produtividade dos animais (Junqueira *et al.,* 2009).

Estima-se que o trato gastrointestinal (TGI) do suíno possui mais de 1000 espécies de bactérias, que produzem mais de 2000 tipos de substâncias. Essas bactérias atuam diretamente no hospedeiro e na microbiota intestinal, provocando ou não desequilíbrio da flora intestinal. Além disso, a expressão de fatores de virulência por algumas bactérias pode resultar em doença (Fouhse *et al.,* 2016).

Vários microrganismos são usados como probióticos, entre eles, as bactérias não-ácido-lácticas, como os *Bacillus*, cuja principal vantagem é sua capacidade de esporular, que lhes confere maior sobrevivência durante o trânsito estomacal e durante a elaboração, o transporte e o armazenamento das rações (Cuevas *et al.,* 2000). Como os Bacillus spp são microrganismos não-colonizadores, seu principal modo de ação é a competição com outras bactérias por nutrientes (Sanches *et al.,* 2006).

Prebióticos, por definição, são ingredientes que não são digeridos pelas enzimas digestivas do hospedeiro, mas que são fermentados pela flora bacteriana do trato digestório, originando substâncias que estimulam seletivamente o crescimento e/ou atividade de bactérias benéficas e inibem a colonização de bactérias patógenas ou indesejáveis (MAPA, 2004), resultando desta maneira em uma melhor saúde intestinal, que necessariamente irá refletir na melhora da saúde geral do hospedeiro.

A Modulação da microbiota intestinal e o aumento das concentrações de ácidos graxos voláteis (AGV's) no trato intestinal são os mais bem documentados e aceitos efeitos dos prebióticos, desta forma, devido à sua capacidade de criar um ambiente intestinal favorável para microbiota benéfica, temos um incremento na digestibilidade dos nutrientes e redução de diarréia o que resulta em melhor desempenho dos animais (Liu *et al.,* 2018).

O Gamaxine® é um aditivo prebiótico constituído por bactérias saprófitas inativadas e parede celular de levedura que favorece o equilíbrio da microbiota intestinal, proporcionando uma melhor proteção contra desafios entéricos e consequentemente melhorando o desempenho dos animais.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado numa granja comercial com três sítios e 1500 matrizes, localizada no estado de Minas Gerais (MG), com histórico de incidência de diarreias e a média da mortalidade de maternidade ficando sempre acima dos 8%. Foram utilizadas 86 leitegadas oriundas de matrizes entre a primeira e sexta parição, as quais foram randomizadas de forma equilibrada entre os tratamentos. O experimento foi composto de dois tratamentos, caracterizados como Tratamento 1 (T1) os animais tratados com o aditivo prebiótico (Gamaxine®) e Tratamento 2 (T2) o grupo controle, sem o fornecimento do aditivo prebiótico. Assim, foram avaliados um total de 1056 leitões, divididos em 2 grupos. Os leitões do T1, receberam 2ml de Gamaxine® por via oral logo após o nascimento (1ª dose) e repetida dose de 2ml por via oral com 15 dias de vida (2ª dose). As matrizes entre terceira e sexta parição foram consideradas de uma mesma categoria de parto, mas distribuídas de forma equilibrada entre os tratamentos. Desta forma, quanto à ordem de parto, foi avaliado o desempenho de matrizes de primeira, segunda e de terceira a sexta parições.

Todos os 1056 os leitões foram pesados ao nascer, individualmente, e identificados com brincos (uma cor de brinco para cada tratamento) distribuídos respeitando o critério da matriz de origem e peso ao desmame (aos 24 dias). Durante o experimento alguns parâmetros foram avaliados diariamente e registrados em planilha específica seguindo os seguintes critérios: percentual de incidência de diarreia, peso médio ao nascimento e desmame (individual e da leitegada com a respectiva média), índice de mortalidade e o número de leitões medicados para diarreia, sendo comparados entre os tratamentos.

Para análise do ganho de peso, o peso no quinto dia e peso ao desmame dos leitões e leitegadas foram utilizados. Como covariáveis, o peso dos leitões ao nascer e peso da leitegada ao nascimento, respectivamente. Todos os leitões que morreram também foram pesados e identificados na planilha com a respectiva data do óbito. Após os partos e o manejo de colostro, o excesso de leitões foi retirado das matrizes, permanecendo apenas o número de leitões correspondentes ao número de tetas viáveis. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o Programa de Análise Estatística

e Genética – SAEG. Por se tratar de dois tratamentos, com coeficiente de variação para as variáveis estudadas inferior a 15%, foi utilizado o teste t para comparação de médias pela análise de variância. Para os dados que não permitiram análise paramétrica, foram utilizados testes estatísticos não-paramétricos, como o teste de Qui-quadrado.

## RESULTADO E DISCUSSÕES

O número de leitões por tratamento após homogeneização da leitegada foi de 12,19 e 12,39 leitões por matriz nos tratamentos 1 e 2, respectivamente. O peso médio individual destes leitões foi de 1,31kg e 1,33 kg para os tratamentos 1 e 2, resultando em leitegadas com peso total ao nascimento de 15,97 kg para T1 e 16,48 kg para T2.

Os tratamentos 1 e 2 desmamaram a média de 11,23 e 11,06 leitões, não havendo diferença para a variável peso individual ao desmame (p=0,15), sendo 5,82 kg para T1 e 5,85 kg para T2, conforme pode ser observado na tabela 1.

| TRATAMENTO | PESO NASCIMENTO | PESO AOS 24 DIAS |
|---|---|---|
| 1 | 1,31 ± 0,36 | 5,82 ± 1,60 |
| 2 | 1,37 ± 031 | 5,85 ± 1,28 |
| CV (%) | | 20,20 |

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença estatisticamente significativa (p<0,05)

Tabela 1 – Dados médios de pesos individuais (kg) ao nascimento e aos 24 dias (média ± desvio padrão).

Quando se analisa a variável o peso individual ao desmame, é fundamental considerar também a variável peso da leitegada, uma vez que este vai variar em função do número de leitões desmamados/matriz. Desta maneira, é comum se observar na rotina das granjas uma diferença no peso individual dos leitões ao desmame, havendo uma correlação negativa entre número de leitões desmamados e peso ao desmame, sendo que esta não foi observada no grupo T1, pois mesmo desmamando mais leitões que o grupo controle, o peso individual do grupo tratado com o aditivo prebiótico (T1) continuou estatisticamente igual.

A menor mortalidade de leitões na maternidade observada no T1 resultou em um maior número de leitões desmamados neste tratamento quando comparado ao grupo controle negativo (T2). Desta maneira, observamos diferença estatística entre os tratamentos para a variável peso da leitegada ao desmame, sendo 65,37 kg para T1 e 64,77 kg para T2 (p=0,05), conforme pode ser visualizado na tabela 2.

Há uma correlação direta entre um melhor peso dos leitões ao desmame e seu

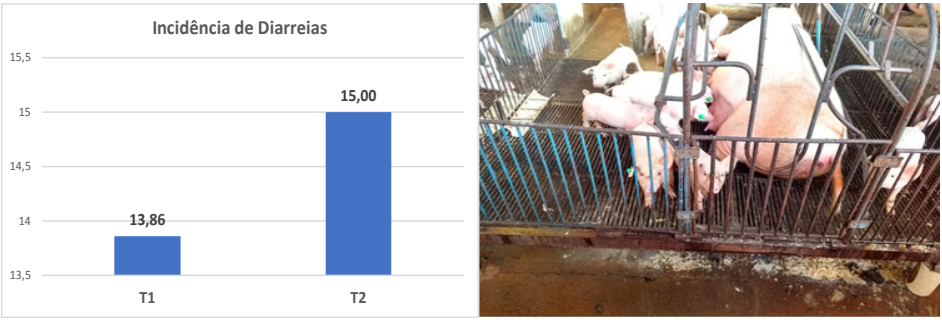
subsequente desempenho nas fases posteriores de recria e terminação, desta maneira, se observa que leitões mais pesados ao desmame apresentam melhor desempenho e são menos susceptíveis a distúrbios digestivos e a diarreia.

| TRATAMENTO | PESO NASCIMENTO | PESO AOS 24 DIAS |
|---|---|---|
| 1 | 15,97 ± 3,53 | 65,37 ± 15,93 A |
| 2 | 16,48 ± 3,51 | 64,77 ± 12,89 B |
| CV (%) | | 15,34 |

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença estatisticamente significativa (p<0, 05).

Tabela 2 – Dados médios de pesos da leitegada (kg) ao nascimento e ao desmame (média ± desvio padrão).

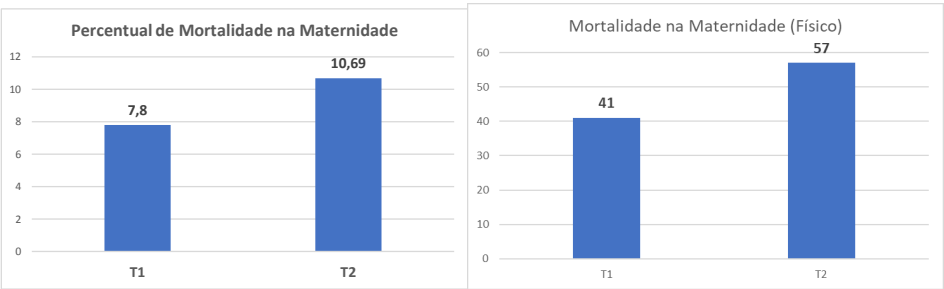
A ocorrência de diarreias foi numericamente maior no grupo controle (T2) para todo o período experimental como pode ser observada na figura 1, sendo que as leitegadas do grupo controle apresentaram em média 1,14% mais incidência de diarreias quando comparadas a T1.




Letras diferentes na coluna indicam diferença estatística (p < 0,05).

Figura 1 – Frequência de diarreias para todo período experimental

Em relação a variável mortalidade de maternidade, os tratamentos 1 e 2 apresentaram mortalidades médias de 7,8% e 10,69%, respectivamente, como pode ser visto na figura 2. Se observou uma significativa diferença a favor do grupo de leitões tratados com o aditivo prebiótico, sendo que estas leitegadas apresentaram em média uma mortalidade menor (2,89%) quando comparados as leitegadas do grupo controle.

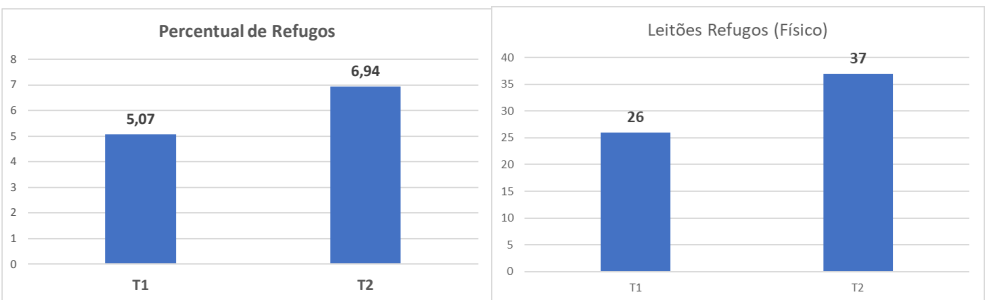



Letras diferentes na coluna indicam diferença estatística ($p < 0,05$).

Figura 2 – Taxa de mortalidade nos tratamentos.

Ao estratificar a mortalidade dos leitões na maternidade, foi observado que as principais causas de mortalidade encontradas foram esmagamento, diarreia e fraco/refugo, havendo um maior percentual de mortes por diarreia em T2 (9%) quando comparado ao grupo de animais tratados com o aditivo prebiótico (6%).

Da mesma maneira, observou-se também que além da mortalidade maior e da maior incidência de diarreias os animais do grupo controle (T2) apresentaram uma maior taxa de refugagem (1,87%) como pode ser evidenciando na figura 3.




Letras diferentes na coluna indicam diferença estatística ($p < 0,05$).

Figura 3 – Taxa de refugo nos tratamentos

Os resultados obtidos neste trabalho corroboram com os resultados encontrados na literatura, onde a adição de aditivos prebióticos às dietas de leitões também apresentaram melhor desempenho, diminuíram a incidência de diarréia e melhoraram a morfologia do intestino delgado (Liu *et al.,* 2018; Tsiloyiannisy *et al.,*2006).

## CONCLUSÕES

Os leitões tratados com o aditivo prebiótico (Gamaxine®) apresentaram leitegadas mais pesadas ao desmame. Somada a diferença de peso médio ao nascimento, as leitegadas do grupo T1 foram desmamadas com 1.11Kg a mais na média, que o grupo controle. Utilizando os números médios da granja onde foi realizado o experimento, ao final de um ano essa diferença a maior de peso por leitegada desmamada representaria aproximadamente 4 toneladas a mais de leitão desmamado.

As leitegadas do Tratamento 1 (Gamaxine®) apresentaram uma menor mortalidade de maternidade (7,8%) em comparação ao grupo controle (10,69%), logo um maior número de leitões desmamados, 11,23 contra 11,06. Mantida essa melhora de 0,17 leitões desmamados por fêmea, ao final de um ano totalizaria aproximadamente 630 leitões desmamados a mais na granja.

O Tratamento 1 (Gamaxine®) teve menor incidência de diarreias e menor porcentual de refugos o que é um resultado extremamente importante para a sequência da cadeia de produção, pois quanto maior o número de animais viáveis na creche e terminação, melhores serão seus indicadores zootécnicos consequentemente mais baixo seu custo de produção que é traduzido em maior ganho financeiro.

## REFERÊNCIAS


COOPER, D. R., PATIENCE, J. F., ZIJLSTRA, R. T., & RADEMACHER, M. **Effect of nutrient intake in lactation on sow performance: determining the threonine requirement of the high-producing lactating sow**. *Journal of Animal Science*, *79*, 2378-2387, 2001.

CUEVAS, A.C.; GONZALES, E.A.; HUGUENIN, T.C. et al. **El efecto del Bacillus toyoi sobre el comportamento productivo em pollos de engorda.** Veterinária México, v.31, n.4, p.301-308, 2000.

FEDALTO, L.M.; TKACZ, M.; ADER, L.P. **Probioticos na alimentação de leitões do desmame aos 63 dias de idade.** Archives of Veterinary Science, v.7, p.83-88, 2002.

FOUHSE, J.M.; ZIJLSTRA, R.T.; WILLING, B.P. **The role of gut microbiota in the health and disease of pigs**, Animal Frontiers, Volume 6, Issue 3, Pages 30–36, 2016.

JUNQUEIRA, O.M.; BARBOSA, L.C.G.S.; PEREIRA, A.A. et al. **Uso de aditivos em rações para suínos nas fases de creche, crescimento e terminação**. Revista Brasileira de Zootecnia, 38, 2394-2400, 2009.

LIU, Y.; ESPINOSA, C.D.; ABELILLA, J.J. et al. **Non-antibiotic feed additives in diets for pigs: A review**. Animal Nutrition, V. 4, n.2, p. 113-125. 2018.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 13/2004**. Disponível em http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-13-de-30-de-novembro-de-2004.pdf.

SANCHES, A.L.; LIMA, J.A.; FIALHO, E.T. et al. **Utilização de probiótico, prebiótico e simbiótico em rações de leitões ao desmame.** Ciências Agrotécnica, v.30, n.4, p.774-777, 2006.

TSILOYIANNISY.; KUANG, Y.; ZHANG, Y. et al. **Rearing conditions affected responses of weaned pigs to organic acids showing a positive effect on digestibility, microflora and immunity**. Anim Sci; 87: 1267 e 80. 2006(b).

# CAPÍTULO 8

# CARACTERIZAÇÃO DOS PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS POR MEIO DE MÉTODO SUPERVISIONADO E NÃO SUPEVISIONADO

*Data de aceite: 03/05/2021*

**Gislaine S. Pereira**
Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Dpto de Engenharia de Biossistemas, Esalq/USP
Piracicaba, SP

**Leandro M. Gimenez**
Professor Dr. do depto de Engenharia de Biossistemas, Esalq/USP
Piracicaba, SP

**RESUMO**: Os mapas de produtividade resultantes das operações de colheita não garantem informações prontamente disponíveis devido a presença de erros e da variabilidade temporal. O uso de técnicas de processamento destes dados para eliminar erros e identificar as regiões com desempenho distinto e consistente deve ser adotado. Os métodos mais simples para o processamento de dados são os supervisionados. Métodos não supervisionados são propostos e entre eles o método MYPA (Blasch et al.2020), que emprega a análise de componentes principais e regressões, além do agrupamento com uso de lógica fuzzy. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o método MYPA em comparação a um método de referência. Um banco de dados contendo oito mapas das culturas de milho e soja foi utilizado. Pode-se observar que a técnica MYPA apresentou menor variância relativa (0,12) comparado ao método de referência (0,68). Na avaliação da qualidade do agrupamento, realizada através de testes de análise multivariada, o método de referência obteve menor desempenho (Pillai = 0,23; Wilks' λ= 0,78) que MYPA (Pillai = 1,14; Wilks' λ= 0,07). O uso da metodologia requer domínio de técnicas estatísticas trazendo, entretanto, vantagens na regionalização.

**PALAVRAS-CHAVE**: Mapas de colheita, unidades de produtividade, análise de componentes principais.

## CHARACTERIZATION OF SPATIAL DISTRIBUTION PATTERNS OF GRAIN PRODUCTIVITY THROUGH A SUPERVISED AND UNSUPPORTED METHOD

**ABSTRACT**: Yield maps resulting from the harvesting operations do not guarantee readily available information due to the presence of errors and temporal variability. Use of techniques of processing this data to eliminate errors and identify regions with distinct and consistent performance should be adopted. The simplest methods for data processing are supervised. Unsupervised methods are proposed and among them the MYPA method (Blasch et al., 2020), which employs principal component analysis and regressions, in addition to grouping using fuzzy logic. Therefore, the aim of this study was to evaluate the MYPA in comparison to a reference method. A database containing eight yield maps of the corn and soybean crops was used. It can be seen that the MYPA showed less relative variance (0.12) compared to the reference method (0.68). In the evaluation of the quality of the cluster, carried out through multivariate analysis tests, the reference method obtained less performance

(Pillai = 0.23; Wilks ‘λ = 0.78) than MYPA (Pillai = 1.14; Wilks’ λ = 0.07). The methodology requires experience with statistical analysis but offers advantages for zones delineation.
**KEYWORDS**: Yield map, management zones, principal components analysis.

## INTRODUÇÃO

A produção de grãos é considerada uma das principais atividades agrícolas no Brasil contribuindo para melhoria da economia do país. Com o passar dos anos e junto a expansão das tecnologias, é possível monitorar o resultado da produção agrícola durante a etapa de colheita, através da espacialização de dados, utilizados como fonte de informação para a agricultura de precisão (AP). Os monitores de colheita, comercializados desde a década de 90, possibilitam a obtenção da variabilidade espacial da produção a nível de lavoura, podendo auxiliar os produtores agrícolas no manejo de áreas (Blasch et al., 2020). Embora seja comum o uso desta informação como camada de resposta para a AP (McEntee et al., 2019), a dificuldade por parte do produtor rural na interpretação e visualização do comportamento espacial da produção, diante de uma série de safras ainda é uma restrição, o que torna os mapas, muitas vezes subutilizados (Leroux et al., 2018; Blasch et al., 2020).

Pesquisas como a de Blackmore et al. (2003) e Xiang et al. (2007) mostraram ser possível identificar unidades de produtividade com base na variabilidade espacial e temporal de mapas de colheita, fazendo com que informações de produtividade passem a ser utilizadas em diferentes práticas de gerenciamento das lavouras. Segundo Blackmore et al. (2003), é necessário aplicar técnicas estatísticas, que permitam visualizar características de interesse. Blasch et al. (2020), buscando compreender o comportamento de séries temporais, desenvolveram uma metodologia para Análise Multitemporal dos Padrões de Produtividade (*Multi-temporal Yield Pattern Analysis* - MYPA), o que auxiliou na determinação de unidades de produtividade, minimizando a influência dos fatores que afetam a produção agrícola, como clima e solo. De acordo com Blasch et al. (2020), o método auxiliou na obtenção de regiões agrícolas homogêneas de maior e menor produtividade, baseado em informações das séries temporais de várias safras e de diferentes culturas, por meio da análise de componentes principais. Leroux et al. (2018), obtiveram unidades de produtividade com uso da estabilidade espacial e temporal da produtividade de culturas, através dos dados brutos de mapas de colheita de várias safras e de análise estatística multivariada.

Técnicas para determinar a produtividade relativa ao longo das safras podem reduzir as variações de produção em função do tipo de cultura, devido ao uso de ferramentas estatísticas, que permitem obter regiões homogêneas dentro do talhão (Blasch et al., 2020). Para as condições brasileiras, estudos têm buscado soluções no processamento de mapas de colheita (Spezia et al., 2012), outros no mapeamento e regionalização de parâmetros de importância para o gerenciamento das lavouras, como o zoneamento de variáveis de solo e

clima (Ricardo et al., 2016), utilizando métodos estatísticos (Bazzi et al., 2013). No entanto, poucos são os estudos realizados para as lavouras brasileiras, muitas vezes pela ausência de séries temporais de mapas de colheita, ou devido a subutilização das informações. Sendo assim, é importante reforçar a necessidade de obtenção de resultados consistentes dos padrões da produtividade e se estas mudanças são estáveis ou não com o passar dos anos. De acordo com Ping e Dobermann (2005), estudos em diferentes safras e com culturas distintas devem ser realizados para consolidação das técnicas utilizadas. Assim, o objetivo do estudo foi explorar a estabilidade espacial e temporal de uma série histórica de mapas de produtividade de grãos, baseando-se na variação relativa da produção durante 8 safras, através do uso de técnicas de agrupamento de unidades de produção e verificar seus padrões de produtividade.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo foi utilizado um talhão de 20 hectares, localizado na região Noroeste do Paraná (23°23'S, 52°15'O, 485 m). A área é destinada a produção de soja em safra principal e milho segunda safra. A região possui clima subtropical úmido com verões quentes (Cfa), temperatura média anual em torno de 20°C e precipitação anual entre 1300 a 1600 mm (Alvares et al., 2014).

Foram obtidos mapas de colheita das safras de 2015 a 2020 (Tabela 1), totalizando 8 safras, três de milho (2015, 2018 e 2019) e cinco de soja (2016, 2017, 2018, 2019 e 2020). Os dados brutos foram filtrados com uso do software Mapfilter® para remoção de valores discrepantes. Posteriormente, os dados de produtividade foram normalizados (Figura 2) e importados para o software Vesper 1.62® (Minasny et al., 2005). A interpolação dos valores de produtividade ocorreu por meio de krigagem em bloco (10 x 10 m), com uso de variograma local em grade de 5 m x 5 m. Para todas as safras, os dados foram interpolados em grade de mesmo tamanho, possibilitando a comparação entre as safras e as diferentes culturas.

| Produção (t $ha^{-1}$) | Média | Mediana | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo |
|---|---|---|---|---|---|
| Milho - 2015 | 7,70 | 7,67 | 0,58 | 5,83 | 9,97 |
| Soja - 2015/16 | 2,64 | 2,65 | 0,24 | 1,98 | 3,43 |
| Soja - 2016/17 | 4,18 | 4,19 | 0,20 | 3,37 | 5,20 |
| Soja - 2017/18 | 2,96 | 3,00 | 0,25 | 2,12 | 3,78 |
| Milho - 2018 | 7,93 | 7,99 | 0,75 | 4,54 | 9,75 |
| Soja - 2018/19 | 2,96 | 2,98 | 0,29 | 2,20 | 3,65 |
| Milho - 2019 | 9,51 | 9,55 | 0,72 | 5,71 | 11,93 |
| Soja - 2019/20 | 2,29 | 2,29 | 0,17 | 1,47 | 2,96 |

Tabela 1. Estatística descritiva da produtividade de safras de soja e milho (t $ha^{-1}$) durante o período de 2015 a 2020.

No primeiro método analisado, MYPA, com os mapas de produtividade padronizados das 8 safras, realizou-se uma análise de componentes principais (ACP) para verificar possíveis outliers entre os dados (Figura 1). Foram realizadas duas iterações, sendo que na primeira iteração (Figura 1A) foi possível observar um comportamento atípico para os dados de produtividade normalizada (Prod) da safra de 2016/17 em comparação a tendência das demais safras, sendo então eliminado do rol de dados. Após a eliminação dos outliers, foram determinadas 7 camadas vetoriais para cada safra. Os vetores foram convertidos em rasters de banda única e empilhados utilizando a função "stack" do pacote RStoolbox (Leutner et al., 2018), na plataforma do Rstudio (R Core Team, 2020). O empilhamento das camadas resultou na obtenção de um raster multibanda, contendo em cada pixel a informação das 7 safras selecionadas. Determinou-se então a média ($\mu$) e o desvio padrão relativo ($\sigma$) do raster multibanda. Após a filtragem e processamento dos dados para conversão em "layers", iniciou-se duas etapas de tratamento para obtenção das unidades de produtividade (Figura 2).

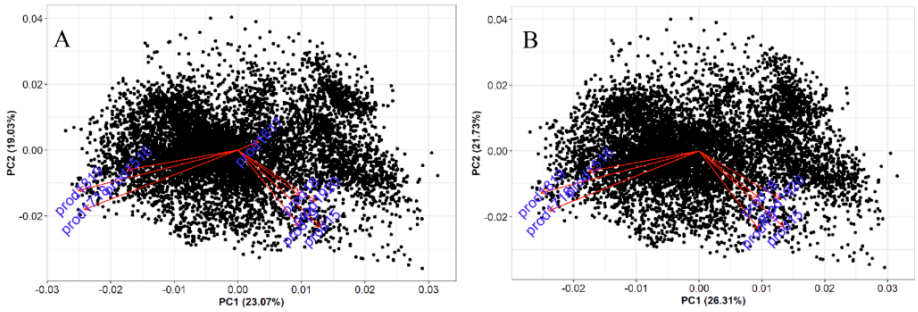



Figura 1. Análise de Componentes Principais (ACP) dos mapas de produtividade de grãos em 8 safras após primeira iteração (A) e de 7 safras após remoção de outliers e segunda iteração (B).

A primeira etapa consistiu na análise de componentes principais do raster multibanda através da função "rasterPCA", utilizando o pacote RStoolbox. Foram obtidos seis rasters de componentes principais (CP1 a CP6), utilizados para uma análise de regressão linear com cada raster banda única da produtividade padronizada. Através do processo foi obtido o coeficiente de determinação corrigido ($R^2$) da regressão entre rasters (CP ´ Produtividade), o que possibilitou a classificação/seleção de quais CP possuíam uma relação de pelo menos 50% ($R^2 > 0,5$) com a produção em cada uma das safras. Com a análise foi possível obter quais CPs seriam utilizados para o agrupamento não supervisionado. O "layer" de s representa a variação relativa da produção ao longo do tempo, sendo utilizado junto aos CPs na obtenção das unidades de produtividade. O agrupamento não supervisionado foi realizado através da técnica "k-means" utilizando o pacote cluster (Maechler et al., 2018).

As unidades de produtividade no agrupamento não supervisionado foram classificadas em regiões de Alta Produtividade (Estável ou Instável) e Baixa Produtividade (Estável ou Instável). Toda a etapa 1 foi baseada em metodologia descrita em Blasch et al. (2020).

No método de referência foi realizada a classificação supervisionada das unidades de produtividade, baseando-se no coeficiente de variação, e utilizando como camada principal a média total ($\mu$) da produtividade normalizada de todas as safras, classificadas como Alta Produtividade (Estável ou Instável) e Baixa Produtividade (Estável ou Instável). Foram obtidas 4 unidades de produtividade (k = 4), e após a obtenção dos grupos, foi realizada uma análise de variância relativa (RV), e de qualidade do ajuste (Pillai e λ de Wilk's) para verificação qualidade dos agrupamentos.

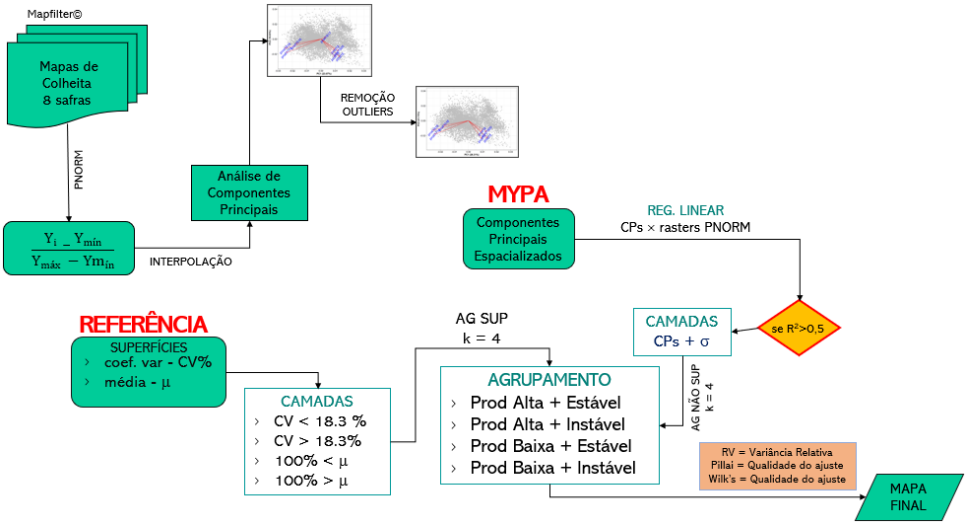



Figura 2. Fluxograma das etapas de processamento dos mapas de colheita até a obtenção das unidades de produtividade através de método não supervisionado (MYPA) e supervisionado (REFERÊNCIA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os padrões espaciais da produtividade normalizada para as 8 safras podem ser visualizados em Figura 3. As safras 2017/18 e 2018/19 apresentaram padrões semelhantes de produtividade, o mesmo para as safras 2018 e 2019. A safra 2016/17 foi considerada um outlier durante o processo de análise de componentes principais (Figura 1), o que resultou em sua retirada do conjunto de dados. Possivelmente a razão para esta eliminação são os valores predominantemente baixos de produtividade (Figura 3) em comparação as demais safras.

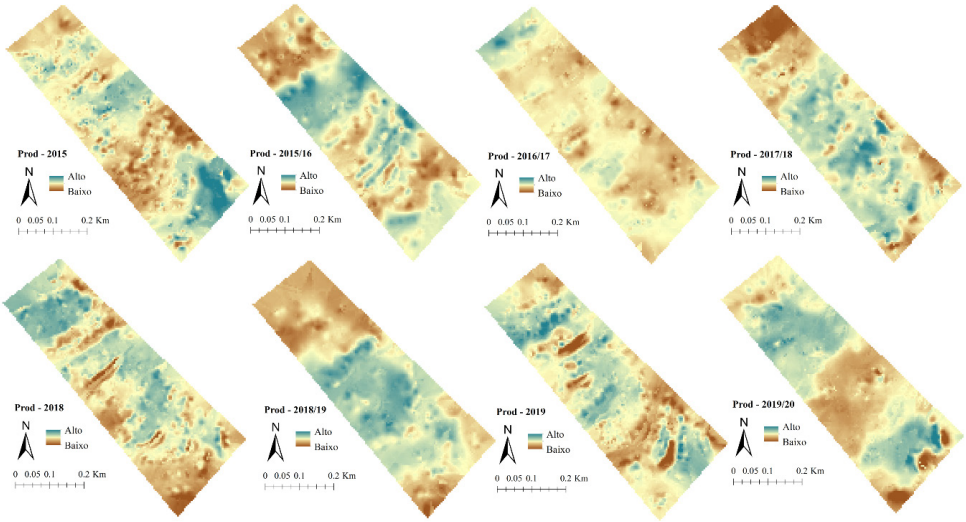



Figura 3. Mapas de colheita padronizados das culturas de soja (2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/19 e 2019/20) e milho (2015, 2018 e 2019).

A variância explicada por cada um dos CPs é apresentada na Tabela 2. Os PCs 1 e 2 apresentaram mais de 48% da Var. Expl. da série temporal de produtividade. Apenas o CP1 foi selecionado para etapa de agrupamento, baseado na premissa de que a regressão linear entre a produtividade de cada safra apresentasse um $R^2$>0,5.

| Prod | *CP 1* | *CP 2* | *CP 3* | *CP 4* | *CP 5* | *CP 6* | *μ* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Milho 2015 | 0,1640 | 0,3984 | 0,1332 | 0,079 | 0,0635 | 0,1461 | 0,1670 |
| Milho 2018 | 0,0813 | 0,1502 | 0,3715 | 0,2507 | 0,0815 | 0,0374 | 0,1272 |
| Milho 2019 | 0,0817 | 0,4221 | 0,0851 | 0,2342 | 0,0636 | 0,0825 | 0,1704 |
| Soja 2015/16 | 0,2777 | 0,0285 | 0,2709 | <0,001 | 0,4058 | 0,0164 | 0,2159 |
| Soja 2017/18 | **0,5152** | 0,2444 | <0,001 | 0,0024 | 0,044 | 0,0727 | 0,3877 |
| Soja 2018/19 | **0,5713** | 0,1195 | 0,0674 | 0,0112 | 0,052 | 0,0466 | 0,3142 |
| Soja 2019/20 | 0,1495 | 0,1574 | 0,2421 | 0,351 | 0,0102 | 0,0546 | 0,1244 |
| Var Expl. (%) | 26 | 22 | 17 | 13 | 10 | 6 | - |

*Var Exp. corresponde a variância explicada de cada um dos componentes principais.

Tabela 2. Coeficiente de determinação ajustado ($R^2$) dos modelos de regressão linear entre a produtividade normalizada em cada safra e componentes principais (*CPs ´ Prod*), e a produtividade normalizada média (*μ ´ Prod).*

Ainda em relação à análise de componentes principais (Figura 4), é possível observar uma alta tendência a correlação espacial, explicada pelo CP1 e em relação as

regiões de baixo produtividade das safras 2017/18 e 2018/19. O padrão foi confirmado através do coeficiente de determinação (R2) da análise de regressão nas diferentes safras (Tabela 2). Ao observar os demais CPs a correlação se torna inversa ao do CP1, sendo possível visualizar padrões distintos.

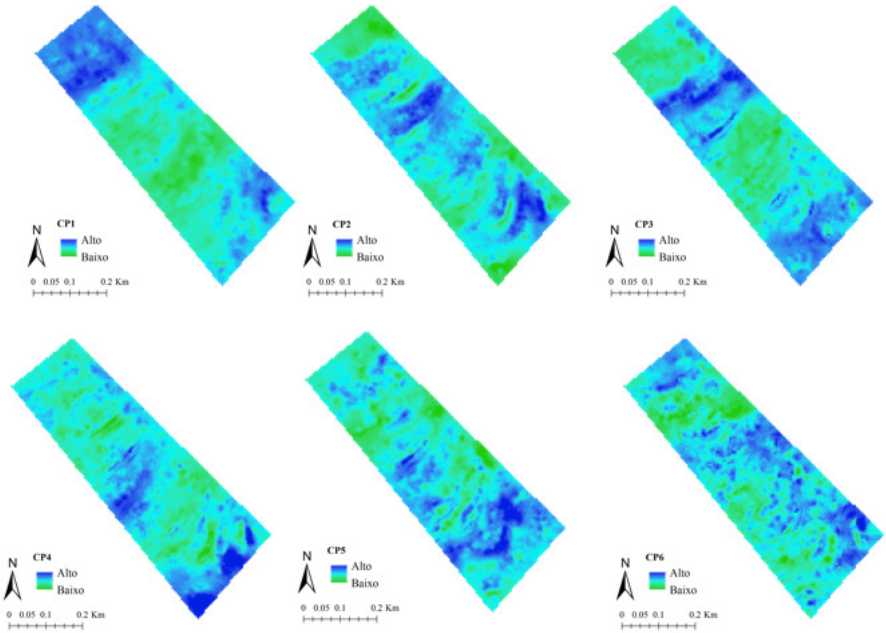



Figura 4. Padrões Espaciais dos Componentes Principais (CP1 a CP6) ao longo de 7 safras.

Foram determinadas 4 unidades de produtividade pelo método não supervisionado e supervisionado (Figura 5). Nos dois agrupamentos foi possível observar semelhanças no zoneamento das regiões. Na Figura 5A as unidades de produtividade foram mais contíguas e extensas. Ao avaliar o percentual de área coberta por cada unidade de produtividade, a região de alto e estável produtividade apresentou predominância com 33% do talhão para os grupos não supervisionados. As demais unidades neste agrupamento apresentaram 19 (Alto + Inst), 23 (Baixo + Inst) e 25% (Baixo + Est) da área total do talhão. Embora não tenha sido avaliado a quantidade ideal de unidades de produtividade, é possível observar em ambos os mapas a separação de duas regiões de alta e baixa produtividade.

O diferencial observado entre os agrupamentos é que o primeiro apresentou uma alta produtividade na região central do talhão, porém instável, em que o aumento da estabilidade ocorreu a medida em que se chegou nas regiões periféricas, representado pela unidade de alta, porém estável. As regiões de baixa se tornaram instáveis a medida em que se aproxima das regiões limites do talhão.

Com a Figura 5B, foi possível confirmar através do agrupamento que estas regiões de alta tendem a ser maiores no meio do talhão para as extremidades, ou seja, possuem áreas com produtividade muito acima do limite superior e vão se tornando menores a medida em que se aproxima das regiões de limite do talhão, seguindo a tendência de produtividade alto > acima > abaixo > baixo. O percentual de cobrimento da área por cada unidade de produtividade foi de 30% (Baixo), 28% (Abaixo), 23% (Acima) e 19% (Alto). Segundo Ping e Dorbemann (2005), as unidades de produtividade devem ser amplas dentro do talhão, o que neste estudo correspondeu à metodologia de agrupamento não supervisionada.

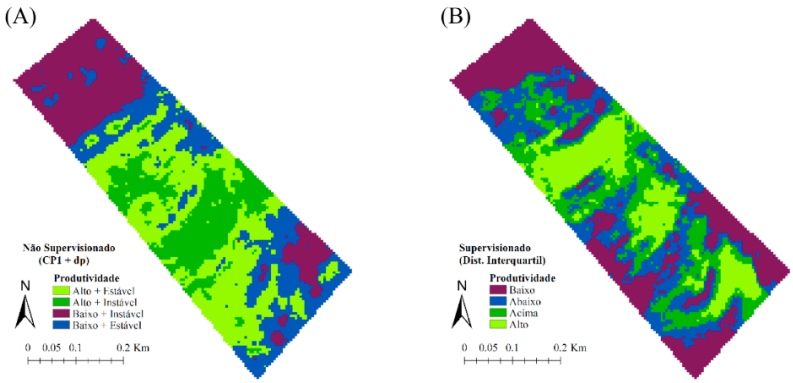



Figura 5. Unidades de produtividade (k = 4) obtidas através de agrupamento não supervisionado baseado na metodologia MYPA (A) e supervisionado com base na distância interquartil (B).

O desvio padrão médio das unidades de produção nos dois agrupamentos foram semelhantes (Tabela 3). Ao avaliar a variância relativa - RV, a metodologia MYPA apresentou um índice de 0,12, o que poderia indicar o melhor desempenho do agrupamento em comparação ao método de referência (RV = 0,64). Os índices de Pillai e Wilk's podem confirmar a qualidade de ajuste das unidades para MYPA. O valor de Pillai para a metodologia de referência (Pillai = 0,23) foi menor do que no método não supervisionado (Pillai = 1,14). Um maior índice de Pillai representa um melhor ajuste (Blasch et al., 2020). Já o índice de Wilks' λ foi menor para MYPA com valor de 0,07 (Tabela 3), indicando alta qualidade de ajuste para o agrupamento não supervisionado.

| Unidade | *Multitemporal Yield Pattern Analysis* | | | | | Método de Referência | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Área % | $\sigma_{méd}$ | RV | Pillai | Wilks' λ | Área % | $\sigma_{méd}$ | RV | Pillai | Wilks' λ |
| Alta + Est | 33 | 0.0787 | 0.1168 | 1.1440 | 0.0719 | 35 | 0.0719 | 0.63652 | 0.2293 | 0.7773 |
| Alta + Inst | 19 | 0.0930 | | | | 16 | 0.1270 | | | |
| Baixa + Inst | 23 | 0.1234 | | | | 30 | 0.1173 | | | |
| Baixa + Est | 25 | 0.0916 | | | | 19 | 0.0736 | | | |

Tabela 3. Avaliação do desempenho das metodologias de agrupamento MYPA e de Referência na geração de unidades de produtividade.

## CONCLUSÕES

O uso de técnicas na interpretação de unidades de produtividade, possibilitou visualizar os padrões em um período de cinco anos em que havia a disponibilidade de 8 mapas. O método MYPA apresentou melhor desempenho em comparação ao método de referência. Sendo assim, as informações obtidas podem ser suporte juntamente com outros parâmetros de solo e clima, para auxiliar o produtor no gerenciamento da produção agrícola.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a consultoria Farmer's na disponibilização de banco de dados utilizado para emprego das metodologias aqui descritas.

## REFERÊNCIAS

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J.L. DE M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift** 22, 711–728.

BAZZI, C. et al. Management zones definition using soil chemical and physical attributes in a soybean area. **Engenharia Agrícola**, v. 33, n. 5, p. 952–964, out. 2013. DOI: 10.1590/s0100-69162013000500007. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162013000500007.

BLASCH, G; LI, Z; TAYLOR. Multi-temporal yield pattern analysis method for deriving yield zones in crop production systems. **Precision Agriculture** [S. l], 2020, DOI: 10,1007/s11119-020-09719-1, Disponível em: http://dx,doi,org/10,1007/s11119-020-09719-1

BLACKMORE, S; GODWIN, R. J; FOUNTAS, S. The Analysis of Spatial and Temporal Trends in Yield Map Data over Six Years. **Biosystems Engineering** [S. l], v. 84, n. 4, p. 455–466, 2003, DOI: 10,1016/s1537-5110(03)00038-2

LEROUX, C; JONES, H; CLENET, A; DREUX, B; BECU, M; TISSEYRE, B. A general method to filter out defective spatial observations from yield mapping datasets. **Precision Agriculture** [S. l], v. 19, n. 5, p. 789–808, 2018, DOI: 10,1007/s11119-017-9555-0

LEUTNER, B., HORNING, N., SCHWAB-WILLMANN, J. **RStoolbox: Tools for remote sensing data analysis.** R package version 0.2.1. 2018. https://CRAN.R-project.org/package=RStoolbox.

MAECHLER, M., ROUSSEEUW, P., STRUYF, A., HUBERT, M., & HORNIK, K. **cluster: Cluster Analysis Basics and Extensions. R package version 2.0.7-1**. 2018. https://cran.r-project.org/web/packages/cluster/index.html.

MINASNY, B,, MCBRATNEY, A, B,, & WHELAN, B, M. **VESPER version 1,62, Australian Centre for Precision Agriculture**, McMillan Building A05, The University of Sydney, NSW 2005, Acesso em jun 2020

PING, J.L., DOBERMANN, A. Processing of Yield Map Data. **Precision Agric** 6, 193–212 (2005). https://doi.org/10.1007/s11119-005-1035-2

R Core Team. (2018). R: **A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

RICARDO, S. et al. Redundant variables and the quality of management zones. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 1, p. 78–93, fev. 2016. DOI 10.1590/1809-4430-eng.agric.v36n1p78-93/2016.

SPEZIA, G. R. et al. Model to estimate the sampling density for establishment of yield mapping. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 4, p. 449–457, abr. 2012. DOI 10.1590/s1415-43662012000400016.

XIANG, LI; YU-CHUN, PAN; ZHONG-QIANG, GE; CHUN-JIANG, ZHAO, Delineation and Scale Effect of Precision Agriculture Management Zones Using Yield Monitor Data Over Four Years, **Agricultural Sciences in China,** [S. l,], v. 6, n. 2, p. 180–188, 2007. DOI: 10,1016/s1671-2927(07)60033-9.

# CAPÍTULO 9

# EXPRESSION OF ACCUMULATED NITROGEN AND BIOMASS IN INOCULATED AND COINOCULATED SOYBEAN IN SUGARCANE REFORM AREAS

*Data de aceite: 03/05/2021*

**Ivana Marino Bárbaro-Torneli**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
ORCID ID - 0000-0002-2954-2693

**Elaine Cristine Piffer Gonçalves**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
ORCID ID – 0000-0001-5797-6264

**Fernando Bergantini Miguel**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
ORCID ID – 0000-0002-4778-8961

**José Antonio Alberto da Silva**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/1398758607886303

**Anita Schmidek**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/3709782731891847

**Marcelo Henrique de Faria**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/4131019883040512

**Marcelo Ticelli**
APTA UPD Tatuí
Tatuí/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/3709782731891847

**RESUMO:** Objetivou avaliar a biomassa seca radicular, da parte aérea e nitrogênio acumulado na parte aérea de diferentes cultivares de soja em resposta a três tratamentos testados: inoculação, coinoculação ambos no sulco de semeadura e controle sem adição de insumos biológicos. Dois experimentos foram instalados, sendo um na Estação Experimental de Citricultura (EECB), em Bebedouro-SP, e o outro em uma propriedade particular em Tanabi-SP, ambos em semeadura direta na palhada de cana-de-açúcar. O esquema adotado dos experimentos foi o de parcelões demonstrativos. Realizou-se uma análise de variância individual para cada experimento, sendo as fontes de variação para as análises estatísticas compostas por fatorial simples com sete cultivares de soja e os três tratamentos já supracitados e três repetições. Para semeadura das cultivares, utilizou-se de uma semeadora-adubadora de 9 linhas e espaçamento entre linhas de 0,5 m por cultivar. A cada 50 metros do tiro da semeadora-adubadora foram distribuídos os tratamentos na seguinte ordem: inoculação, controle e coinoculação no sulco por meio de pulverizador acoplado ao equipamento. No início do florescimento, foram realizadas coletas de plantas a campo por parcela experimental para avaliação dos parâmetros. Verificou-se que as cultivares se posicionaram quanto a expressão dos parâmetros de modo diferenciado nos diferentes locais de avaliação. Exceto a cultivar SYN 15640 IPRO que em ambos os locais esteve no ranking das cultivares de melhor resposta quanto a prática da coinoculação no sulco incrementando a biomassa seca radicular. Conclui-se que estudos que envolvam a identificação de genótipos com maior capacidade

de fixação biológica de nitrogênio avaliados pelos parâmetros utilizados no presente estudo, são de suma importância para melhor compreensão do processo e na escolha de cultivares com maior capacidade simbiótica para uso em áreas de reforma de canavial.
**PALAVRAS-CHAVE:** *Glycine max* L., *Azospirillum, Bradyrhizobium*, renovação de canavial, fixação biológica de nitrogênio.

## EXPRESSÃO DO NITROGÊNIO ACUMULADO E BIOMASSA EM SOJA INOCULADA E COINOCULADA NO SULCO EM ÁREAS DE REFORMA DE CANAVIAL

**ABSTRACT:** The objective was to evaluate the dry root and leaf biomass, and nitrogen accumulated in the leaf of different soybean cultivars in response to three tested treatments: inoculation, co-inoculation both in the sowing furrow and control without the addition of bacteria. Two experiments were installed, one in the Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (EECB), in Bebedouro-SP, and the other in a private farm in Tanabi-SP, both in direct seeding in sugarcane straw. The scheme adopted for the experiments was that of "Strip tests". An individual analysis of variance was performed for each experiment, with the sources of variation for the statistical analysis composed of simple factorial with seven soybean cultivars and the three treatments already mentioned and with three replications. For sowing the cultivars, a 9-row seeder-fertilizer was used and 0.5 m between rows per cultivar. Every 50 meters of the shot from the seeder-fertilizer machine, treatments were distributed in the following order: inoculation, control and co-inoculation in the furrow by means of a sprayer attached to the equipment. At the beginning of flowering, collections of plants in the field were carried out per experimental plot to evaluate the parameters. It was found that the cultivars were positioned regarding the expression of the parameters in a different way in the different evaluation sites. Except for the SYN 15640 IPRO cultivar, which in both places was in the ranking of the best response cultivars regarding the practice of coinoculation in the furrow, increasing root dry biomass. It is concluded that studies that involve the identification of genotypes with greater capacity for biological nitrogen fixation evaluated by the parameters used in the present study, are of paramount importance for better understanding of the process and in the choice of cultivars with greater symbiotic capacity for use in areas of sugarcane reform.
**KEYWORDS:** *Glycine max* L., *Azospirillum*, *Bradyrhizobium*, *no-till in sugar cane,* biological nitrogen fixation.

## 1 I INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] tem se destacado no cenário mundial, por ser a principal oleaginosa cultivada, estando o Brasil como segundo maior produtor mundial do grão. No ano agrícola 2018/2019 a área cultivada no país foi de 35,9 milhões de hectares, o que correspondeu a um aumento de 2% em relação a safra anterior, com uma produção nacional de 115 milhões de toneladas (CONAB, 2019). O estado de São Paulo foi responsável pelo plantio de 996,2 mil ha, com produtividade média de 3029 kg/ha (CONAB, 2019).

Especificamente para o Estado de São Paulo, a soja tem sido alternativa crescente em áreas de reforma de canavial (CANASAT, 2016). O cultivo dessa oleaginosa pode elevar as médias de produtividade dos canaviais que vem diminuindo nos últimos anos. No entanto, a média de produtividade de soja nessas áreas é baixa quando comparada as produtividades obtidas com outras culturas antecessoras, indicando a ocorrência de fatores restritivos a expressão do potencial produtivo das cultivares. Para obtenção de altos rendimentos em soja todos os fatores de produção precisam ser favoráveis, sendo a nutrição um dos principais fatores relacionado ao desempenho produtivo das lavouras de soja.

O nitrogênio (N) é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura, pois os grãos por serem muito ricos em proteínas, apresentam um teor médio de 6,5% de N. Estima-se que para produzir 1000 kg de grãos são necessários aproximadamente 65 kg de N. Além disso, pelo menos mais 15 kg de N para folhas, caule e raízes, totalizando, portanto 80 kg de N. As principais fontes de N para a cultura da soja são os fertilizantes nitrogenados e o N atmosférico que se torna disponível por meio da fixação biológica do nitrogênio (FBN) efetuado por bactérias (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2007; HUNGRIA; NOGUEIRA; ARAUJO, 2015).

No Brasil, devido à eficiência da FBN, a inoculação, ou seja, o acréscimo de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* no momento da semeadura substitui totalmente a necessidade de fertilizantes nitrogenados nas lavouras de soja (HUNGRIA et al., 2017). Por outro lado, na busca por estratégias com vistas no incremento da eficiência da FBN na cultura da soja, tem sido apontado o potencial de associar outros gêneros de bactérias fixadoras de $N_2$, como a do gênero *Azospirillum* com o *Bradyrhizobium*, sendo essa técnica denominada de coinoculação ou inoculação mista (QUADROS et al., 2020).

Nesse sentido, o trabalho objetivou avaliar parâmetros relacionados a fixação biológica de nitrogênio em diferentes cultivares de soja submetidas a três tratamentos testados: inoculação e coinoculação no sulco de semeadura e controle sem adição de insumos biológicos, em dois experimentos conduzidos em áreas de renovação de canavial no Estado de São Paulo.

## 2 I MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados em condições de campo, um em área experimental da EECB (Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro), no dia 13 de novembro de 2018, localizada no município de Bebedouro-SP e o outro em propriedade particular no dia 01 de novembro de 2018, em área de renovação de canavial, emTanabi-SP, ambos sob semeadura direta na palha de cana-de-açúcar. Os mesmos foram instalados no esquema de faixas ou parcelões demonstrativos sendo implementado como um fatorial simples 7x 3 no delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições, ou

seja, para cada um, foi feita uma análise de variância individual. Desta forma, as fontes de variação da análise de variância foram compostas por sete cultivares: BRS 7380 RR, TMG 7063 IPRO, TMG 7062 IPRO, SYN 13610 IPRO, SYN 15640 IPRO, M 6410 IPRO e NS 7007 IPRO e dos três tratamentos: inoculação no sulco de semeadura, controle sem inoculação e coinoculação também no sulco de semeadura. É importante ressaltar que foi realizado o ajuste da densidade de semeadura para as diferentes cultivares de acordo com a porcentagem de germinação fornecida pelo fabricante.

Para isso, utilizou-se de semeadora-adubadora de 9 linhas, sendo realizado um tiro para cada cultivar com densidade de semeadura ajustada previamente na semeadora adubadora com espaçamento entre linhas de 0,5 m. A cada 50 m do tiro da semeadora-adubadora foram distribuídos os tratamentos de: coinoculação no sulco, inoculação no sulco e controle não inoculado.

Quanto a prática de coinoculação foi utilizada uma formulação da empresa Stoller do Brasil Ltda que contêm os dois gêneros de bactérias e, sendo que a mesma possui *Bradyrhizobium japonicum* SEMIA 5079 na concentração de 1x $10^9$ UFC $mL^{-1}$ e *Azospirillum brasilense* (cepas AbV5 e AbV6) na concentração de 1 x $10^7$ UFC $mL^{-1}$, na dose recomendada de 0,5 L $ha^{-1}$. O inoculante para inoculação com *Bradyrhizobium* no sulco de semeadura utilizado foi o Masterfix L® Soja na dose 0,8 L $ha^{-1}$, ou seja, sete a seis doses a mais que é o normalmente indicado no tratamento de sementes (0,1 a 0,2 L $ha^{-1}$). No estádio de desenvolvimento V5 (FEHR; CAVINESS, 1977) foram aplicados os micronutrientes cobalto e molibdênio via pulverização foliar, em todos os tratamentos inclusive no controle, na dose de 0,1 L $ha^{-1}$.

A aplicação dos inoculantes para inoculação e coinoculação foi realizada através de pulverizador acoplado a semeadora-adubadora. Foram adotados alguns cuidados para garantir uma maior eficiência dos tratamentos, como preparo da calda a sombra, averiguação do pH da calda e calibração adequada dos bicos de pulverização para distribuição uniforme dos inoculantes, ou seja, foi realizada a adoção de boas práticas de inoculação e coinoculação para o sucesso do processo e visando garantir a sobrevivência das bactérias contidas nos inoculantes.

No início do florescimento, aproximadamente no estádio fenológico R1 a R2, foram coletadas 3 plantas por parcela experimental e levadas adequadamente e devidamente identificadas para o laboratório da APTA Regional – Polo Alta Mogiana, Colina-SP para avaliação da massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR) em g $planta^{-1}$, sendo o teor de nitrogênio na parte aérea (NPA) em $g.kg^{-1}$. A parte aérea e raízes foram separadas e foi efetuada a secagem em estufa a 65 °C por 48 h para obtenção de peso constante, em seguida as plantas foram pesadas em balança semianalítica para determinar a massa seca da parte aérea e raízes. O nitrogênio da parte aérea (NPA) foi obtido a partir de 0,2 g de amostra de MSPA, pelo método de digestão sulfúrica a 450 °C e destilação pelo método de Kjeldahl.

Todas as técnicas de cultivo de soja, como escolha da cultivar, época de semeadura, adubação de base, população de plantas, controle de plantas daninhas insetos e doenças, seguiram as recomendações técnicas para a cultura da soja da EMBRAPA (2013).

Para os parâmetros foram realizadas as transformações Box-Cox estimadas e aplicadas como proposto por Hawkins e Weisberg (2017), sendo os valores das médias mantidos na escala original. Já as variâncias, desvios padrões, coeficientes de variação, DMS, análises de variância e comparações de médias foram calculados com os dados transformados. Posteriormente foram verificadas a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk a 5% de probabilidade (ROYSTON, 1995). E também a Homocedasticidade por meio da homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene a 5% de probabilidade (GASTWIRTH et al., 2009). Quando diferenças significativas foram detectadas na análise de variância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram executadas com auxílio do Software AgroEstat versão online (MALDONADO JUNIOR, 2019).

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 consta o resumo da análise de variância e médias gerais obtidas nos parâmetros avaliados no início do florescimento no experimento instalado em área de renovação de canavial em Bebedouro-SP.

Nota-se efeitos altamente significativos dos fatores cultivares (C), tratamentos (T) e interação CxT para os três parâmetros avaliados (Tabela 1).

| PARÂMETROS | MSR[1] | MSPA[1] | NPA[1] |
|---|---|---|---|
| | ----------g. planta$^{-1}$---------- | | g.kg$^{-1}$ |
| **CULTIVARES (C)** | | | |
| BRS 7380 RR | 3,59ab | 15,63 c | 25,36 c |
| TMG 7063 IPRO | 3,68ab | 21,11 a | 28,49 ab |
| TMG 7062 IPRO | 3,21cd | 18,94 b | 27,53 abc |
| SYN 13610 IPRO | 3,37 bc | 21,96 a | 25,91 bc |
| SYN 15640 IPRO | 3,94 a | 19,11 b | 29,38 a |
| M 6410 IPRO | 3,22 cd | 17,93b c | 26,60 abc |
| NS 7007 IPRO | 3,05 d | 17,26b c | 27,33 abc |
| F (C) | 13,75** | 21,34** | 4,15** |
| **TRATAMENTO (T)** | | | |
| Coinoculação no sulco | 3,59 b | 18,87 b | 28,73 a |
| Inoculação no sulco | 3,91 a | 21,52a | 28,51 a |
| Controle | 2,81 c | 16,16 c | 24,44 b |
| F(T) | 141,12** | 74,27** | 30,77** |

| F Interações | | | |
|---|---|---|---|
| C x T | 8,65** | 3,00** | 4,75** |
| Média geral | 3,44 | 18,85 | 27,23 |
| CV (%) | 2,02 | 7,55 | 3,11 |

[1]Médias de três repetições seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; NPA = teor de nitrogênio total na parte aérea; MSPA = massa seca da parte aérea; MSR = massa seca da raiz; [1] Média respectivamente de três plantas por repetição.

Tabela 1. Parâmetros relacionados a fixação biológica de nitrogênio, avaliados no estádio fenológico R1-R2 em experimento conduzido em área de reforma de canavial na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (EECB), safra 2018/19.

Quanto ao efeito de cultivares (tabela 1), destacaram-se apresentando maiores médias gerais quanto a MSPA as cultivares SYN 13610 IPRO e TMG 7063 IPRO em relação as demais, mostrando respectivamente, 21,96 g planta$^{-1}$ e 21,11 g planta$^{-1}$. Em relação a MSR nota-se que a cultivar SYN 16540 IPRO foi estatisticamente superior as outras cultivares testadas e apresentou 3,94 g planta$^{-1}$ e a cultivar obtentora do menor valor médio de biomassa radicular foi a NS 7007 IPRO com 3,05 g planta$^{-1}$. Quando se analisa o nitrogênio total acumulado na parte aérea (NPA) cinco cultivares foram equivalentes estatisticamente (TMG 7063 IPRO, TMG 7062 IPRO, SYN 15640 IPRO, M 6410 IPRO e NS 7007 IPRO) com média das cultivares de 27,87 g.kg$^{-1}$ e foram superiores no acúmulo de nitrogênio na parte aérea em relação as cultivares BRS 7380 RR e SYN 13610 IPRO que detiveram respectivamente, 25,36 e 25,91 g.kg$^{-1}$.

Analisando o efeito de tratamentos (tabela 1), nota-se que a prática da inoculação em soja (*Bradyrhizobium*) na dose de inoculante comercial de 0,8 L ha$^{-1}$ no sulco de semeadura proporcionou a melhor resposta para MSR e MSPA, entretanto, foi equivalente a coinoculação (*Bradyrhizobium* + *Azospirillum*) no sulco de semeadura na dose de 0,5 L ha$^{-1}$ para NPA. Por sua vez, o controle não inoculado com bactérias quando comparado as demais práticas, como era de se esperar, mostrou na média geral as piores respostas, ou seja, menores médias em termos de MSPA, MSR e NPA.

Possíveis causas da prática de coinoculação para os parâmetros MSPA e MSR não terem sido superiores quando comparados a inoculação, provavelmente estão associadas ao fato de que o inoculante para a coinoculação que apresenta os dois gêneros de bactérias em sua constituição no mesmo produto, por conta da dose de aplicação que foi de 0,5 L ha$^{-1}$ proporcionou no sulco de semeadura a adição de apenas três doses de bactérias do gênero *Bradyrhizobium,* ao qual, foi tida como insuficiente nesse tipo de forma de aplicação de inoculantes, uma vez que, a literatura tem recomendado o uso de maiores doses em sulco (EMPRAPA, 2018). Por outro lado, apesar de ter sido utilizada duas doses de *Azospirillum* que consiste no recomendado, não foi possível no estádio fenológico em que foi realizada

a coleta das plantas verificar o efeito desse gênero de bactérias tidas como promotoras de crescimento vegetal (BPCV) atuarem incrementando significativamente esses parâmetros, visto que os resultados obtidos nesse trabalho demonstraram que a inoculação a base de *Bradyrhizobium* foi superior estatisticamente a coinoculação. Mesmo assim, como já foi ressaltado acima, para NPA, a coinoculação e inoculação tiveram equivalência estatística e superioridade de ambos tratamentos em relação ao controle não inoculado. Os resultados obtidos corroboram com a Embrapa (2018) que recomenda para obtenção de uma eficiente inoculação no sulco de semeadura, deve-se aplicar o inoculante líquido diluído em água (aproximadamente 50 litros/ha) e que a dose do inoculante, seja seis vezes superior à indicada para o tratamento padrão nas sementes, com o objetivo de compensar a baixa sobrevivência das bactérias, ocasionada por fatores adversos, como temperaturas elevadas do solo, déficit hídrico, acidez, solos arenosos e competição entre colônias de bactérias nativas e as selecionadas.

Na tabela 2 no desdobramento da interação tratamentos dentro de cultivares, verificou-se que com a prática da coinoculação no sulco de semeadura, apenas a cultivar SYN 15640 IPRO foi superior estatisticamente quanto a MSR diferindo estatisticamente das outras cultivares testadas, com média de 4,77 g.planta$^{-1}$; a TMG 7063 IPRO, SYN 13610 IPRO e SYN 15640 IPRO (com média de 21,66 g planta$^{-1}$) não diferiram entre si e proporcionaram maiores valores médios para MSPA quando comparada as outras cultivares; já as cultivares NS 7007 IPRO, TMG 7063 IPRO, TMG 7062 IPRO, SYN 13610 IPRO, SYN 15640 IPRO e M 6410 IPRO cuja média geral das seis cultivares foi de 29,37 g.kg$^{-1}$ foram equivalentes estatisticamente entre si e superiores a BRS 7380 RR que deteve 24,93 g.kg$^{-1}$ para NPA. Bulegon et al. (2015), verificaram resposta diferenciada dos genótipos de soja BMX Turbo e Coodetec 250 à inoculação de sementes com bactérias do gênero *B. japonicum* ou *A. brasilense* no nitrogênio total na parte aérea.

Por outro lado, com o uso da prática da inoculação no sulco de semeadura na dose de 0,8 L ha$^{-1}$ foi verificado superioridade estatística das cultivares BRS 7380 RR (4,28 g planta$^{-1}$), TMG 7063 IPRO (4,53 g planta$^{-1}$) e SYN 16540 IPRO (4,47 g planta$^{-1}$) que foram equivalentes estatisticamente e superiores as outras quanto a MSR que detiveram valor médio de 3,52 g planta$^{-1}$; já, as duas cultivares da TMG e a SYN 13610 IPRO tiveram igualdade estatística e foram superiores quanto a MSPA, com média de 23,78 g.planta$^{-1}$; seis cultivares com exceção da BRS 7380 RR não diferiram estatisticamente entre si e foram superiores a essa cultivar em relação ao NPA. Ainda em relação a esse parâmetro nota-se média das cultivares de 28,84 g.kg$^{-1}$ , enquanto a BRS 7380 RR obteve 25,93 g.kg$^{-1}$ de nitrogênio total acumulado na parte aérea;

No caso específico do controle não inoculado nota-se no presente trabalho que as cultivares testadas não se diferenciaram estatisticamente quanto a MSR; Já, as duas cultivares da TMG, SYN 13610 IPRO e M 6410 IPRO destacaram-se com superioridade estatística em relação as demais quanto a MSPA, apresentaram média de 21,78 g planta$^{-1}$;

as quatro cultivares BRS 7380 RR, TMG 7063 IPRO, TMG 7062 IPRO e SYN 15640 IPRO não diferiram estatisticamente entre si e foram superiores as demais apresentando maiores teores de nitrogênio acumulado na parte aérea (NPA) com média de 26,47 g.kg$^{-1}$.

Ainda na Tabela 2 em relação ao comportamento de cada cultivar em resposta aos tratamentos testados, nota-se que, para a cultivar BRS 7380RR, a inoculação no sulco foi superior a, que por sua vez foi superior ao controle não inoculado quanto aos parâmetros MSR e MSPA.

| **Cultivares (C)** | **MSR** [1] | | | **F** |
|---|---|---|---|---|
| | **---------- g.planta$^{-1}$----------** | | | |
| **Tratamentos(T)** | **COIN** | **I** | **C** | **-** |
| BRS 7380 RR | 3,67 b B | 4,28 ab A | 2,81 a C | 33,09** |
| TMG 7063 IPRO | 3,58 b B | 4,53 a A | 2,93 a C | 34,00** |
| TMG 7062 IPRO | 3,62 b A | 3,29 c A | 2,73 a B | 14,51** |
| SYN 13610 IPRO | 3,37 bc A | 3,79 bc A | 2,96 a B | 11,20** |
| SYN 15640 IPRO | 4,77 a A | 4,47 a A | 2,57 a B | 83,67** |
| M 6410 IPRO | 3,15 b c AB | 3,54 c A | 2,99 a B | 5,43** |
| NS 7007 IPRO | 2,99 c B | 3,46 c A | 2,70 a B | 11,10** |
| F | 16,36** | 12,53** | 2,15NS | |
| | **MSPA** | | | |
| | **---------- g.planta$^{-1}$----------** | | | |
| **Tratamentos(T)** | **COIN** | **I** | **C** | F |
| BRS 7380 RR | 16,22 c B | 19,33 c A | 11,33 c C | 18,64** |
| TMG 7063 IPRO | 22,22 a A | 24,44 a A | 16,67 ab B | 26,30** |
| TMG 7062 IPRO | 17,28 bc B | 23,11 ab A | 16,44 ab B | 20,95** |
| SYN 13610 IPRO | 22,33 a AB | 23,78 ab A | 19,78 a B | 7,22** |
| SYN 15640 IPRO | 20,44 ab A | 20,89 bc A | 16,00 b B | 10,59** |
| M 6410 IPRO | 17,11 bc A | 19,56 c A | 17,11 ab A | 2,88NS |
| NS 7007 IPRO | 16,44 c B | 19,56 c A | 15,78 b B | 5,65** |
| F | 11,29** | 8,69** | 7,35** | |
| | **NPA** | | | |
| | **----------g kg$^{-1}$----------** | | | |
| **Tratamentos(T)** | **COIN** | **I** | **C** | **F** |
| BRS 7380 RR | 24,93 b A | 25,93 b A | 25,20 abc A | 0,20ns |
| TMG 7063 IPRO | 27,53 ab A | 29,73 a A | 28,20 a A | 0,70ns |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| TMG 7062 IPRO | 29,80 ab A | 27,33 ab AB | 24,87 abc B | 4,33* |
| SYN 13610 IPRO | 28,40 ab A | 26,47 ab AB | 22,87 bcd B | 6,11** |
| SYN 15640 IPRO | 28,60 ab A | 31,93 a A | 27,60 ab A | 3,14ns |
| M 6410 IPRO | 29,27 ab A | 30,33 ab A | 20,20 d B | 25,27** |
| NS 7007 IPRO | 32,60 a A | 27,87 ab B | 22,13 cd C | 19,53** |
| F | 3,50** | 3,04* | 7,12** | |

Médias de três repetições seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; I = Inoculação no sulco de semeadura com inoculante a base de *Bradyrhizobium*; C = Controle sem inoculação; COI = Coinoculação com uso de inoculante contendo bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* no sulco de semeadura; MSR, MSPA e NPA = massa seca da raiz, da parte aérea e nitrogênio acumulado na parte aérea, respectivamente.

Tabela 2. Desdobramento da interação para os parâmetros MSR, MSPA e NPA avaliados no estádio fenológico R1-R2 em diferentes cultivares de soja submetidas a três tratamentos envolvendo inoculação, coinoculação no sulco de semeadura e controle. Bebedouro-SP. Ano agrícola 2018/19.

Por outro lado, considerando essa mesma cultivar os três tratamentos não se diferenciaram para NPA. Esses resultados demostram que essa cultivar não responde as práticas de inoculação e coinoculação no sulco de semeadura em termos de N acumulado foliar.

Na cultivar TMG 7063 IPRO, a inoculação foi superior a coinoculação que por sua vez foi superior ao controle não inoculado para MSR; a inoculação e coinoculacão realizadas no sulco de semeadura foram equivalentes estatisticamente e superiores ao controle para MSPA; e os três tratamentos não se diferenciaram estatisticamente para NPA. Assim, no caso específico dessa cultivar nota-se que cada parâmetro responde de maneira diferenciada quanto as práticas de uso de inoculantes utilizadas no presente estudo. Um fato interessante é que a coinoculação no sulco para a TMG 7063 IPRO não promoveu o maior incremento em termos de MSR quando comparado a inoculação. Segundo Hungria; Nogueira (2014) em estudos conduzidos a campo demonstram que a coinoculação promove vários benefícios como: aumento do sistema radicular possibilitando maior aproveitamento dos fertilizantes. Pelo fato da bactéria do gênero *Azospirillum* ter duas vertentes de ação, sendo a primeira realizar a FBN e a segunda atuar na síntese de fitohôrmonios de crescimento vegetal (SPAEPEN; VANDERLEYDEN, 2015) era de se esperar uma maior biomassa seca radicular quando comparada a inoculação com somente *Bradyrhizobium*, por conta de atuar formando um sistema radicular mais volumoso.

Em se tratando da cultivar TMG 7062 IPRO, a inoculação e coinoculação foram equivalentes estatisticamente e superiores ao controle para MSR e NPA. A inoculação foi superior a coinoculação que por sua vez foi equivalente ao controle não inoculado

para MSPA. Esses resultados concordam com Braccini et al (2006) que em estudo sobre inoculação padrão nas sementes, coinoculação nas sementes e no sulco de semeadura em soja verificaram em relação a avaliação em R1 da MSPA que a inoculação e coinoculação não se difererenciaram quanto a esse parâmetro.

Para a cultivar SYN 13610 IPRO, a inoculação e coinoculacão foram equivalentes estatisticamente e superiores ao controle para os três parâmetros avaliados. Em relação a SYN 15640 IPRO, a inoculação e coinoculacão foram equivalentes estatisticamente e superiores ao controle para MSR e MSPA, por outro lado, os três tratamentos não se diferenciaram para NPA. Quando se analisa a cultivar M 6410 IPRO, a inoculação e coinoculacão foram equivalentes estatisticamente e superiores ao controle para MSR e NPA, e os três tratamentos não se diferenciaram para MSPA.

Para a cultivar NS 7007 IPRO, a coinoculação no sulco de semeadura com valor médio de 32,60 $g.kg^{-1}$ mostrou superioridade estatística para NPA, quando comparada a inoculação no sulco que deteve 27,87 $g.kg^{-1}$, que foi superior ao controle não inoculado com valor médio de 22,13 $g.kg^{-1}$; O fato do NPA ter sido superior com a adoção da prática da coinoculação especificamente para essa cultivar, corrobora com os resultados obtidos por Fukami et al. (2017) e Marques et al. (2017) que relatam a melhor absorção e/ou aproveitamento de agua e nutrientes, devido a produção de fitohormônios pelas bactérias do gênero *Azospirillum*; Já, a inoculação foi superior a coinoculação que por sua vez foi equivalente ao controle não inoculado para MSR e MSPA.

Na Tabela 3 consta o resumo da análise de variância e médias gerais obtidas nos parâmetros avaliados no início do florescimento considerando sete cultivares de soja, em relação ao uso de três tratamentos: prática de coinoculação e inoculação no sulco de semeadura e controle não inoculado, em experimento instalado em área de renovação de canavial situado no município de Tanabi-SP.

Nota-se efeitos altamente significativos dos fatores cultivares (C), tratamentos (T) e interação CxT para dois parâmetros avaliados, com exceção de MSPA para o fator (C) e CxT que foi não significativo (Tabela 3).

| PARÂMETROS | MSR[1] | MSPA[1] | NPA |
|---|---|---|---|
| | ----------g. planta$^{-1}$---------- | | g.kg$^{-1}$ |
| **CULTIVARES (C)** | | | |
| BRS 7380 RR | 1,08 cd | 7,93 a | 35,16 c |
| TMG 7063 IPRO | 1,12 bcd | 8,30 a | 38,06 b |
| TMG 7062 IPRO | 1,04 d | 8,07 a | 37,51 b |
| SYN 13610 IPRO | 1,28 a | 9,00 a | 37,21 b |
| SYN 15640 IPRO | 1,20 abc | 7,93 a | 42,03 a |
| M 6410 IPRO | 1,24 ab | 8,59 a | 34,71 c |
| NS 7007 IPRO | 1,09 cd | 8,67 a | 38,33 b |
| F (C) | 9,35** | 1,15ns | 25,39** |
| **TRATAMENTO (T)** | | | |
| Coinoculação no sulco | 1,27 a | 8,49 a | 40,03a |
| Inoculação no sulco | 1,22 a | 8,91 a | 37,91 b |
| Controle | 0,97 b | 7,67 b | 34,78 c |
| F(T) | 66,56** | 7,16** | 74,83** |
| **F Interações** | | | |
| C x T | 7,65** | 1,23ns | 45,36** |
| Média geral | 1,15 | 8,35 | 37,57 |
| CV (%) | 58,97 | 5,16 | 1,60 |

[1]Médias de três repetições seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; MSPA = massa seca da parte aérea; MSR = massa seca da raiz; NPA = nitrogênio acumulado na parte aérea; [1] Média respectivamente de três plantas por repetição.

Tabela 3. Parâmetros relacionados a fixação biológica de nitrogênio, avaliados no estádio fenológico R1-R2 em experimento conduzido em área de reforma de canavial em propriedade particular em Tanabi-SP, safra 2018/19.

Na Tabela 3 quando se analisa a MSR, nota-se que as cultivares SYN 13610 IPRO, SYN 15640 IPRO e M 6410 IPRO, tiveram igualdade estatística e foram superiores as demais cultivares de uso no ensaio, sendo essas três com maiores valores de massa seca radicular com média de 1,24 g.planta$^{-1}$ e as cultivares obtentoras do menor valor médio de biomassa radicular foram a TMG 7062 IPRO que obteve 1,04 g.planta$^{-1}$, apesar de não diferir estatisticamente pelo teste de tukey das cvs. BRS 7380 RR, TMG 7063 IPRO e NS 7007 IPRO. Em relação a MSPA, não houve comportamento diferenciado de cultivares para esse parâmetro. Quando se analisa o NPA, nota-se que a cultivar SYN 15640 IPRO deteve o maior acúmulo de nitrogênio foliar em relação as outras cultivares testadas com valor médio de 42,03 g.kg$^{-1}$. Ainda em relação a esse parâmetro verificou-se que as cultivares TMG 7063 IPRO, TMG 7062 IPRO, SYN 13610 IPRO e NS 7007 IPRO, não diferiram entre si e posicionaram-se como intermediárias no acúmulo de nitrogênio na parte aérea,

sendo a média dessas cultivares de 37,78 g.kg$^{-1}$ e com menor valor médio de NPA ficou a cultivar M 6410 IPRO com 34,71 g.kg$^{-1}$. Efetuando-se uma comparação com o experimento realizado na EECB, nota-se comportamento diferenciado das cultivares nas médias dos tratamentos testados para todos os parâmetros avaliados em relação aos resultados obtidos no experimento de Tanabi. A única semelhança encontrada foi para a cultivar SYN 15640 IPRO que em ambos experimentos esteve associada aos maiores valores médios quanto a MSR e NPA.

Analisando o efeito de tratamentos na média geral do experimento realizado em Tanabi-SP (tabela 3), nota-se que a prática da coinoculação no sulco de semeadura em soja (*Bradyrhizobium + Azospirillum*) na dose de formulação comercial de 0,5 L ha$^{-1}$ proporcionou a melhor resposta no teor de nitrogênio na parte aérea (NPA), sendo superior a inoculação que por sua vez, foi superior ao controle; entretanto, foi equivalente a inoculação (*Bradyrhizobium*) no sulco de semeadura na dose de 0,8 L ha$^{-1}$ e ambas superiores ao controle para os parâmetros MSR e MSPA. Em relação ao experimento efetuado na EECB (Tabela 1), nota-se que situação diferente foi verificada, ou seja para MSR e MSPA a inoculação foi superior a coinoculação que foi superior ao controle não inoculado. Já, para NPA, notas que as duas práticas de adição de insumos biológicos via sulco de semeadura foram equivalentes estatisticamente entre si e superiores ao controle não inoculado. Também na média geral dos experimentos verifica-se que em Tanabi, apresentou-se com 10,34 g.kg$^{-1}$ a mais para NPA, porém com 2,29 e 10,5 g.planta$^{-1}$ a menos para respectivamente MSR e MSPA.

Na Tabela 4 no desdobramento da interação tratamentos dentro de cultivares, as cultivares SYN 13610 IPRO, SYN 15640 IPRO e M 6410 IPRO tiveram igualdade estatística e responderam melhor ao uso da prática da coinoculação no sulco de plantio em relação as outras cultivares quanto a MSR, com média dessas três cultivares de 1,50 g.planta$^{-1}$; a TMG 7063 IPRO apresentou quando associada a prática de coinoculação no sulco de semeadura o maior médio acúmulo de nitrogênio na parte aérea (51,20 g.kg$^{-1}$) e as cultivares analisadas nesse experimento tiveram o mesmo comportamento dentro da coinoculação para MSPA. É importante ressaltar que caracteres com relação direta e indireta a FBN não têm sido contemplados pelos programas de melhoramento genético de soja, o que implica na necessidade de pesquisas que abordem a correlação entre FBN e produtividade em um grupo de genótipos representativos da espécie. O próximo passo para elevar a atividade da FBN, consiste na seleção de cultivares de soja, visando possíveis indicações de estratégias para o melhoramento (TORRES, et al., 2015; SCICLAIR E NOGUEIRA, 2018). Em comparação com os resultados obtidos na Tabela 2 para o experimento realizado na EECB nota-se que as cultivares se posicionaram quanto a expressão dos parâmetros de modo diferenciado nos diferentes locais de avaliação. Exceto a cultivar SYN 15640 IPRO que em ambos locais esteve no ranking das cultivares de melhor resposta quanto a prática da coinoculação no sulco incrementando a MSR.

| Cultivares (C) | MSR [1] | | | F |
|---|---|---|---|---|
| | ---------- g.planta$^{-1}$---------- | | | |
| **Tratamentos(T)** | **COIN** | **I** | **C** | **-** |
| BRS 7380 RR | 1,06 b B | 1,25 ab A | 0,92 a B | 10,09** |
| TMG 7063 IPRO | 1,10 b AB | 1,23 ab A | 1,02 a B | 4,22* |
| TMG 7062 IPRO | 1,03 b A | 1,12 ab A | 0,96 a A | 2,20 ns |
| SYN 13610 IPRO | 1,49 a A | 1,31 a A | 1,03 a B | 19,78** |
| SYN 15640 IPRO | 1,55 a A | 1,04 b B | 1,01 a B | 34,78** |
| M 6410 IPRO | 1,47 a A | 1,33 a A | 0,93 a B | 29,90** |
| NS 7007 IPRO | 1,15 b A | 1,23 ab A | 0,89 a B | 11,48** |
| F | 19,51** | 3,99** | 1,15ns | |
| | **MSPA** | | | |
| | ---------- g.planta$^{-1}$---------- | | | |
| **Tratamentos(T)** | **COIN** | **I** | **C** | **F** |
| BRS 7380 RR | 8,22 a A | 8,45 a A | 7,11 a A | 1,74 ns |
| TMG 7063 IPRO | 8,00 a A | 8,45 a A | 8,45 a A | 0,24 ns |
| TMG 7062 IPRO | 8,22 a A | 7,66 a A | 8,33 a A | 0,39 ns |
| SYN 13610 IPRO | 9,44 a A | 9,78 a A | 7,78 a A | 2,47 ns |
| SYN 15640 IPRO | 7,56 a A | 8,67 a A | 7,56 a A | 1,15ns |
| M 6410 IPRO | 9,11 a AB | 9,56 a A | 7,11 a B | 4,67* |
| NS 7007 IPRO | 8,89 a AB | 9,78 a A | 7,33 a B | 3,86* |
| F | 1,12 ns | 1,50 ns | 0,99 ns | |
| | **NPA** | | | |
| | **g.kg$^{-1}$** | | | |
| **Tratamentos(T)** | **COIN** | **I** | **C** | **F** |
| BRS 7380 RR | 35,93 c A | 35,00 cd A | 34,53 ab A | 0,88 ns |
| TMG 7063 IPRO | 51,20 a A | 32,07 d B | 31,73 b B | 183,50 ** |
| TMG 7062 IPRO | 35,93 c B | 41,60 b A | 35,00 a B | 20,68** |
| SYN 13610 IPRO | 42,87 b A | 34,07 cd B | 34,70 ab B | 38,82** |
| SYN 15640 IPRO | 39,47 b B | 51,15 a A | 35,47 a C | 90,13** |
| M 6410 IPRO | 33,67 c A | 35,00 cd A | 35,47 a A | 1,65ns |
| NS 7007 IPRO | 41,13 b A | 36,47 c B | 36,59 a B | 11,32** |
| F | 49,56** | 62,20** | 4,34** | - |

Médias de três repetições seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; I = Inoculação no sulco de semeadura com inoculante a base de *Bradyrhizobium*; C = Controle sem inoculação; COI = Coinoculação com uso de inoculante contendo bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* no sulco de semeadura; MSR, MSPA e NPA = massa seca da raiz, da parte aérea, nitrogênio acumulado na parte aérea, respectivamente.

Tabela 4. Desdobramento da interação para MSR, MSPA e NPA avaliados no estádio fenológico R1-R2 em diferentes cultivares de soja submetidas a três tratamentos envolvendo inoculação e coinoculação no sulco de semeadura e controle. Tanabi-SP. Ano agrícola 2018/19.

Ainda na Tabela 4 com a prática da inoculação no sulco de semeadura na dose de 0,8 L $ha^{-1}$ foi verificado que a SYN 13610 IPRO e M 6410 IPRO se destacaram e não se diferenciaram estatisticamente entre si e de outras quatro cultivares para MSR; as cultivares nessa prática não tiveram comportamento diferenciado quanto a MSPA; a SYN 15640 IPRO foi o destaque quando em associação a prática da inoculação, em relação as outras seis cultivares analisadas, apresentando maior NPA com valor médio de 51,15 $g.kg^{-1}$; por outro lado, a TMG 7063 IPRO, deteve o menor acúmulo de nitrogênio foliar com valor médio de 32,07 $g.kg^{-1}$. Comparando-se ambos os experimentos (Tabelas 2 e 4), sob inoculação nota-se que as cultivares tiveram comportamento totalmente diferenciado para os três parâmetros avaliados

No caso específico de não adição de bactérias nas diferentes cultivares testadas, nota-se no presente trabalho que todas as cultivares testadas não mostraram diferenças no comportamento das cultivares para MSR e MSPA; para NPA obteve-se a situação de que com exceção da TMG 7063 IPRO com 31,73 $g.kg^{-1}$ as demais cultivares analisadas não diferenciaram entre si e foram superiores quanto a esse parâmetro. Esse resultado obtido para NPA demonstra que a TMG 7063 IPRO provavelmente tem menor capacidade de absorção de N que as outras cultivares analisadas no presente trabalho quando na presença de bactérias nativas ou naturalizadas no solo, uma vez, que nesse tratamento não foi adicionado insumos biológicos. Na comparação dos experimentos (Tabela 2 e 4), nota-se que com exceção do parâmetro MSR que em ambos locais, as cultivares avaliadas se comportaram de forma semelhante, e apenas para a cultivar TMG 7063 IPRO que foi rankeada entre as de maior incremento quanto a NPA quando na ausência de adição de insumos biológicos, para MSPA, os resultados foram divergentes nos diferentes locais.

Ainda na Tabela 4 quando se considera o comportamento de cada cultivar em resposta aos três tratamentos testados, observa-se que na cultivar BRS 7380RR, a inoculação no sulco foi superior estatisticamente aos demais tratamentos testados que não diferiram entre si para MSR; os três tratamentos testados foram equivalentes entre si para MSPA e NPA. Especificamente para a cultivar BRS 7380 RR verificou-se que a mesma tem bom sinergismo com as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* atuando no incremento do parâmetro MSR e por outro lado a cultivar não respondeu positivamente em relação aos diferentes tratamentos testados quanto ao NPA e MSPA. Em relação a Tabela 2, experimento realizado na EECB, os resultados de ambos locais foram semelhantes para MSR e NPA.

Em relação a cultivar TMG 7063 IPRO verificou-se que a coinoculação no sulco de semeadura foi superior estatisticamente quando comparado aos demais tratamentos analisados para NPA; também essa prática foi equivalente estatisticamente a inoculação no sulco e superior ao controle não inoculado para MSR e por fim nessa mesma cultivar os três tratamentos tiveram igualdade estatística para MSPA. Em se tratando da cultivar TMG 7062 IPRO, nota-se que para MSR e MSPA os tratamentos não se diferenciaram entre si,

deste modo, e para NPA a inoculação no sulco foi superior as demais práticas utilizadas (Tabela 4). Para a cultivar SYN 13610 IPRO nota-se que a prática de coinoculação no sulco de semeadura teve igualdade estatística a inoculação e foram superiores ao controle sem adição de bactérias para MSR. IA coinoculação destacou-se e foi superior em relação aos demais tratamentos para acúmulo de nitrogênio na parte aérea (NPA); e para MSPA os três tratamentos testados tiveram igualdade estatística. Nesse caso específico, quando se efetua uma comparação entre locais avaliados, nota-se expressão semelhante apenas do parâmetro MSR (Tabelas 2 e 4). Já, a cultivar SYN 15640 IPRO, a coinoculação no sulco foi superior estatisticamente aos demais tratamentos testados para MSR. Já, a inoculação no sulco teve melhor desempenho sendo superior a coinoculação que foi superior ao controle quando se considera o NPA. E em relação a MSPA, os tratamentos não se diferenciaram estatisticamente. Quando se analisa a cultivar M 6410 IPRO, a coinoculação no sulco foi equivalente a inoculação e ambas superiores ao controle para MSR e MSPA e os tratamentos não se diferenciaram estatisticamente para NPA. Na comparação entre locais, nota-se que apenas o parâmetro MSR teve comportamento semelhante tanto em Tanabi, como em Bebedouro (Tabelas 4 e 2). Para a cultivar NS 7007 IPRO, a coinoculação foi equivalente a inoculação para MSR, MSPA e coinoculação foi superior aos demais tratamentos testados para NPA. Já, em relação a expressão dos parâmetros nos dois locais, nota-se semelhança apenas para NPA, na qual a prática de coinoculação no sulco de semeadura proporcionou maior incremento em relação aos outros tratamentos testados em ambos os locais. Já, para as cultivares TMG 7063 IPRO e TMG 7062 IPRO e SYN 15640 IPRO verificou-se que a expressão dos três parâmetros foi diferente nos diferentes locais de avaliação (Tabelas 2 e 4).

## 4 I CONCLUSÕES

Houve comportamento diferenciado na expressão dos parâmetros massa seca radicular, da parte aérea e nitrogênio acumulado na parte aérea nos diferentes experimentos, tanto para cultivares, bem como, para tratamentos testados;

Apesar das cultivares comerciais serem em sua maioria oriundas de cruzamentos aparentados, foram verificadas diferenças marcantes, o que evidencia a existência de variabilidade genética a ser explorada, para MSR, MSPA e NPA verificados em ambos os locais de avaliação;

O desenvolvimento de estudos que envolvam a identificação de genótipos com maior capacidade de FBN avaliados pelos parâmetros MSR, MSPA e NPA, são de suma importância para melhor compreensão do processo e na escolha de cultivares com maior capacidade simbiótica para uso em áreas de reforma de canavial.

## REFERÊNCIAS


BULEGON, L. G.; RAMPIM, L.; KLEIN, J.; KESTRING, D.; GUIMARÃES, V. F.; BATTISTUS, A. G.; INAGAKI, A. M. Componentes de produção e produtividade da cultura da soja submetida à inoculação de Bradyrhizobium e Azospirillum. **Terra Latinoamericana**. v. 34, n. 2, p.169–176. 2015.

CANASAT. **Mapeamento da cana via imagens de satélite de observação da terra**. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/canasat/> Acesso em 8/03/2016.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento Agrícola – (2019) **Quarto levantamento de grãos. Safra 2018/19.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 10/09/2019.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja. Região Central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265 p.

EMBRAPA. **Tecnologia de coinoculação combina alto rendimento com sustentabilidade na produção de soja e do feijoeiro**. Disponível em:https:< //www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1580416/tecnologia-de-coinoculacao-combina-alto-rendimento-com-sustentabilidade-na-producao-de-soja-e-do-feijoeiro >. Acesso em 12 de outubro de 2014.

FEHR, W.R. E CAVINESS, J.A. **Stages of soybean development**. Aimes: Iowa State University, 1977. 11p. (Special Report, 80).

FUKAMI, J.; OLLERO, F.J.; MEGIAS, M.; HUNGRIA, M. Phytohormones and induction of plant-stress tolerance and defense genes by seed and foliar inoculation with *Azospirillum brasilense* cells and metabolites promote mayze growth. **AMB Express.** v. 7. p. 153. 2017

GASTWIRTH, J.L. ; GEL, Y. R. AND MIAO, W. The Impact of Levene's Test of Equality of Variances on Statistical Theory and Practice. **Statistical Science** 2009, Vol. 24, No. 3, 343–360 DOI: 10.1214/09-STS301 © Institute of Mathematical Statistics, 2009.

HAWKINS, D.M. AND WEISBERG, S. Combining the box-cox power and generalised log transformations to accommodate nonpositive responses in linear and mixed-effects linear models. **South African Statistical Journal**, v. 51 n.2, , p. 317-328. 2017.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 80p. 2007.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.A. **Tecnologia de coinoculação: rizobium e Azospirillum em soja e feijoeiro**. EMPRAPA SOJA, 2014. Folders. Disponível em: https://www.embrapa.br/soja/busca-de-publicacoes/-/publicacao/984365/tecnologia-de-coinoculacao-rizobios-e-azospirillum-em-soja-e-feijoeiro. Acesso em 08/04/2016.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Alternative methods of soybean inoculation to overcome adverse conditions at sowing. **African Journal Agricultural Research**, v. 10, n. 23, p. 2329-2338, 2015.

HUNGRIA, M. et al. Inoculum rate effects on the soybean symbiosis in new or old fields under tropical conditions. **Agronomy Journal**, v. 109, n. 3, p. 1-7, 2017.

MALDONADO JUNIOR, W. **Programa Estatístico AgroEstat**. Diponível em https://www.agroestat.com.br/. Acesso em 20 de setembro de 2019.

MARQUES, A.C.R.; OLIVEIRA, L.B.; NICOLOSO, F.T.; JACQUES, J.S.; GIACOMINI, S.J.; QUADROS, F.L.F.; Biological nitrogen fixation in C4 grasses of diferente growth strategies of South America natural grasslands. **Applied Soil Ecology**. v. 113, p. 54-62. 2017.

QUADROS, A.S.; BANDEIRA, L.; KASPER, N.; GIANCOTTI, P.R.F.; CONTI, A. Inoculação e coinoculação com Bradyrhizobium eAzospirillum na cultura da soja Bradyrhizobium and Azospirillum inoculation and coinoculation in soybean culture. **Braz. J. Anim. Environ**. Res., Curitiba, v. 3, n. 1, p.200-206, jan./mar. 2020 ISSN 2595-573X

ROYSTON, P. Remark AS R94: A Remark on Algorithm AS 181: The W-test for Normality **Journal of the Royal Statistical Society**. *Series C (Applied Statistics)* v. 44, n. 4 p. 547-551. 1995.

SINCLAIR, T.R.; NOGUEIRA, M.A. Selection of host plant genotype: the next step to increase grain legume $N_2$ fixation activity. **Journal of Experimental Botany**. v. 69, p. 3523-3530. 2018.

SPAEPEN, S.; VANDERLEYDEN, J. Auxin signaling in Azospirillum brasilense: a proteome analysis**.** **Biological nitrogen fixation**. p. 937-940. 2015.

TORRES, A.R. et al. Genetic structure and diversity of a soybean germoplasm considering biological nitrogen fixation and protein contente. **Scientia agrícola**. v. 72, p. 47-52. 2015.

# CAPÍTULO 10

# DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE MILHO SAFRINHA EM GUAÍRA E VOTUPORANGA, ESTADO DE SÃO PAULO, EM 2019

*Data de aceite: 03/05/2021*

**Fernando Bergantini Miguel**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
ORCID ID – 0000-0002-4778-8961

**Ivana Marino Bárbaro-Torneli**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
ORCID ID - 0000-0002-2954-2693

**Elaine Cristine Piffer Gonçalves**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
ORCID ID – 0000-0001-5797-6264

**Anita Schmidek**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/3709782731891847

**José Antonio Alberto da Silva**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/1398758607886303

**Marcelo Henrique de Faria**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/4131019883040512

**Marcelo Ticelli**
APTA UPD Tatuí
Tatuí/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/3709782731891847

**RESUMO:** As doenças do milho denominadas enfezamentos/viroses têm causado prejuízos expressivos nos cultivos de milho, em particular nas regiões quentes onde a cultura é cultivada em mais de uma safra ao ano. Estas doenças podem reduzir em até 70% a produção de grãos da planta doente, comparada à planta sadia, em cultivar susceptível às doenças. O presente trabalho visa continuar as avaliações agronômicas e de resistência ao complexo enfezamento/mosaico das cultivares de milho disponíveis no mercado, incluindo os novos lançamentos. Nos últimos três anos agravaram-se o complexo dessa doença na região Noroeste do estado de São Paulo, nesse sentido foram instalados dois experimentos, um em Votuporanga SP e outro em Guaira SP. As avaliações da incidência de enfezamento foram realizadas no estádio de grãos pastosos a farináceos. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Em Guaíra a média de plantas com sintomas de enfezamentos e viroses foi próxima a 25% com alguns cultivares apresentando valores superiores a 40% de plantas sintomáticas, enquanto em Votuporanga o nível de enfezamento e viroses foi similar aos observados no ensaio de Guaíra com valores em torno de 25% de plantas com sintomas. As cultivares NS 90 PRO2 e 2A401 PW obtiveram maior produtividade nos dois ambientes e NS 90 PRO2, JM 2M88, GNZ 7210 PRO2, AG 7098 PRO2, 2A401 PW e 3754 PWU apresentaram a menor proporção de plantas com sintomas de enfezamento e viroses.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Zea mays* L, enfezamento e viroses, cultivares, resistência.

## AGRONOMIC PERFORMANCE OF SAFRINHA MAIZE CULTIVARS IN GUAÍRA AND VOTUPORANGA, STATE OF SÃO PAULO, IN 2019

**ABSTRACT:** Corn diseases called stunts and virus have caused significant losses in corn crops, particularly in hot regions where the crop is grown in more than one crop a year. These diseases can reduce the grain production of the sick plant by up to 70%, compared to the healthy plant, in a cultivar susceptible to diseases. The present work aims to continue the agronomic and resistance evaluations to the complex stinking / mosaic of the corn cultivars available on the market, including the new launches. In the last three years, the complex of this disease has worsened in the Northwest region of the São Paulo state. In this sense, two experiments were installed, one in Votuporanga and the other in Guaira, both in São Paulo state. Assessments of the incidence of stunting were carried out at the stage of grains from dough to flour. The results were submitted to analysis of variance and the means grouped by the Scott-Knott test at 5% probability. In the Guaíra trial, the average of plants with symptoms of stunting and viruses was close to 25% with some cultivars showing values above 40% of symptomatic plants, while in the Votuporanga trial the level of stunting and viruses was similar to those observed in the Guaíra trial with values around 25% of plants with symptoms. The cultivars NS 90 PRO2 and 2A401 PW had higher productivity in both environments and NS 90 PRO2, JM 2M88, GNZ 7210 PRO2, AG 7098 PRO2, 2A401 PW and 3754 PWU showed the lowest proportion of plants with symptoms of stunting and viruses.
**KEYWORDS:** *Zea mays* L ,grain productivity, stunting and viruses, cultivars, resistance.

## 1 I INTRODUÇÃO

O sistema de produção do milho safrinha consolidou-se no Brasil nas últimas três décadas como alternativa de sucessão à cultura da soja. No estado de São Paulo, em 2019, a segunda safra deverá produzir próximo de 2,6 milhões de toneladas em uma área de 495 mil hectares, sendo estimado um crescimento de 52,1 % na produção em relação à safra anterior (CONAB, 2019).

O uso de cultivares de alta produtividade e adaptadas às condições locais permite o melhor aproveitamento dos fatores de produção, além de minimizar as perdas por estresses ambientais e, também, possibilita a escolha de cultivar com maiores níveis de resistência a doenças.

Nos últimos três anos agravaram-se o complexo enfezamento e viroses na cultura do milho na região Noroeste do estado de São Paulo. Fantin et al. (2017) verificaram que existe ampla diversidade de níveis de resistência entre cultivares de milho, sendo que a cada 1% de aumento da incidência de plantas com enfezamento, há, em média, ocorre a perda de 0,87% na produtividade.

A escolha da cultivar deve atender às especificidades de cada região e do sistema de produção local, uma vez que não existe uma cultivar superior em todas para as características. Os trabalhos realizados por Duarte et al. (2005; 2007; 2009; 2011) geraram informações sobre o potencial produtivo e as limitações de cada cultivar no noroeste

paulista.

O presente trabalho visa continuar as avaliações agronômicas e de resistência ao complexo enfezamento/mosaico das cultivares de milho disponíveis no mercado, incluindo os novos lançamentos.

## 2 I MATERIAL E MÉTODOS

Na safrinha de 2019 foram instalados dois experimentos. Um em Votuporanga – SP, em 15/03/2019, sob o sistema de preparo convencional do solo com uma aragem seguida de gradagem niveladora, após a cultura do Amendoim. Outro em Guaíra sob sistema plantio direto após cultura da soja. Foram utilizadas 34 cultivares de milho (conforme Tabela 1 e 2) em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela foi constituída por quatro linhas de 5,0 m, espaçadas de 0,80 m, sendo as duas linhas centrais a parcela útil. A população de plantas estabelecida após desbaste foi de 55 mil plantas por hectare.

Em Votuporanga a adubação de semeadura foi realizada com 300 kg $ha^{-1}$ do formulado NPK 8-28-16. A adubação de cobertura foi realizada quando as plantas estavam com quatro folhas completamente desenvolvida com 250 kg $ha^{-1}$ do formulado 15-00-15. Em Guaíra foi utilizado 500 kg $ha^{-1}$ do formulado 2-18-18 na semeadura e 400 kg $ha^{-1}$ de 20-05-20 em cobertura.

Os ensaios foram mantidos livre da interferência de plantas daninhas com uso 3,0 L kg $ha^{-1}$ do herbicida atrazina. O tratamento de sementes para controle de pragas foi feito com Tiametoxam e, também, foram empregados inseticidas, via pulverização, para controle de lagarta-do-cartucho. Em Votuporanga, utilizou-se um produto comercial com o ingrediente ativo flubendiamida e cipermetrina e em Guaíra o espinosade.

As avaliações da incidência de enfezamento, em ambos os locais, foram realizadas no estádio de grãos pastosos a farináceos. Estas se deram pela contagem de plantas sintomáticas na parcela útil e obtenção da porcentagem de plantas doentes.

Foram avaliadas nas duas linhas uteis de cada parcela o número de plantas quebradas, a altura de plantas e de espigas, o rendimento de grãos nas espigas e a produtividade de grãos. Para o cálculo da produtividade, os grãos foram pesados e a umidade determinada para obter valor corrigido a 13%.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em Guaíra o ensaio alcançou produtividade superior a 7 toneladas de grãos por hectare, com destaque para as cultivares AG7098 e NS PRO2, seguidas de 3554 PWU, 2A401 PW, e CD 3612 PW com produtividades superiores às demais (Tabela 1). Destaca-se a amplitude de produtividade superior a 64% entre a cultivar (AG7098 PRO2) mais

e menos produtiva (LG36610 PRO3). O histórico da produtividade de grãos entre as cultivares avaliadas pelo Programa Milho IAC em vários ambientes de produção na região Noroeste do Estado de São Paulo indica amplitude entre 30 e 34% na (Duarte, et al, 2005; Duarte, et al, 2007; Duarte, et al, 2011). Em 2019, a maior amplitude da produtividade entre os cultivares se deve à elevada incidência e severidade de enfezamento e aos diferentes níveis de resistência das cultivares. Fantin, et al, (2017) verificaram relação direta para o intervalo de até 60% de plantas sintomáticas. Em Guaíra a média de plantas com sintomas de enfezamentos e viroses foi próxima a 25% com alguns cultivares apresentando valores superiores a 40% de plantas sintomáticas. Neste sentido, as cultivares que sobressaíram em produtividade neste ensaio aliaram a melhor adaptação ao ambiente e o maior nível de tolerância ao enfezamento/viroses.

| Cultivares | Altura da Planta cm | | Altura da Espiga cm | | Plantas Quebradas % | | Enfezamento e Viroses % | | Massa de Grãos kg.ha$^{-1}$ | | Rendimento de Grãos % | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AG 7098 PRO2 | 239 | a | 141 | a | 0,5 | B | 11,0 | d | 7.708 | a | 76,5 | a |
| NS 90 PRO2 | 236 | a | 137 | a | 0,0 | B | 9,3 | d | 7.475 | a | 75,5 | a |
| 3754 PWU | 229 | a | 118 | b | 7,5 | B | 13,5 | d | 6.876 | b | 77,8 | a |
| 2A401 PW | 224 | b | 115 | b | 11,5 | B | 16,0 | d | 6.709 | b | 78,5 | a |
| CD 3612 PW | 226 | b | 125 | b | 35,8 | A | 17,0 | d | 6.639 | b | 77,5 | a |
| GNZ 7210 PRO2 | 220 | b | 124 | b | 6,5 | B | 12,3 | d | 6.387 | c | 75,3 | a |
| P 3898 | 230 | a | 118 | b | 11,3 | B | 16,8 | d | 6.274 | c | 73,8 | b |
| FS 500 PW | 216 | b | 113 | b | 21,0 | a | 20,5 | d | 6.094 | c | 79,8 | a |
| JM 2M88 | 229 | a | 131 | a | 3,0 | b | 9,5 | d | 6.075 | c | 74,0 | b |
| HL 1730 PRO2 | 219 | b | 118 | b | 4,0 | b | 17,8 | d | 5.962 | c | 77,8 | a |
| BM 815 PRO2 | 233 | a | 125 | b | 6,0 | b | 21,0 | d | 5.926 | c | 69,8 | c |
| MG 580 PW | 210 | b | 111 | b | 25,5 | a | 14,5 | d | 5.867 | c | 78,0 | a |
| DKB 335 PRO3 | 235 | a | 131 | a | 4,0 | b | 18,0 | d | 5.820 | c | 80,3 | a |
| PZ316 | 220 | b | 116 | b | 3,3 | b | 21,3 | d | 5.379 | d | 71,0 | b |
| JM 4M50 | 224 | b | 124 | b | 3,0 | b | 20,3 | d | 5.223 | d | 72,8 | b |
| MG 545 PW | 223 | b | 116 | b | 9,8 | b | 25,0 | d | 5.135 | d | 72,8 | b |
| K 9606 VIP3 | 230 | a | 123 | b | 3,8 | b | 31,5 | c | 5.066 | d | 76,3 | a |
| AG 8480 PRO3 | 224 | b | 123 | b | 8,0 | b | 15,0 | d | 5.008 | d | 76,5 | a |
| JM 2M91 PRO3 | 218 | b | 118 | b | 15,8 | b | 20,0 | d | 5.007 | d | 76,5 | a |
| DKB 360 PRO3 | 238 | a | 129 | a | 15,5 | b | 30,5 | c | 4.948 | d | 77,3 | a |
| JM 2M77 | 244 | a | 141 | a | 5,0 | b | 30,0 | c | 4.891 | d | 76,0 | a |
| LG 3055 PRO3 | 235 | a | 131 | a | 2,8 | b | 42,8 | b | 4.870 | d | 75,8 | a |
| 30A37 PWU | 209 | b | 108 | b | 40,5 | a | 39,5 | b | 4.753 | d | 73,3 | b |
| IAC 8053 | 230 | a | 129 | a | 5,3 | b | 23,0 | d | 4.702 | d | 71,8 | b |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DKB 255 PRO3 | 226 | b | 121 | b | 5,0 | b | 34,0 | c | 4.664 | d | 78,3 | a |
| IAC 8046 X | 239 | a | 134 | a | 12,5 | b | 23,0 | d | 4.519 | d | 73,5 | b |
| IAC 8098 | 224 | b | 121 | b | 6,3 | b | 25,0 | d | 4.514 | d | 72,3 | b |
| PZ 240 | 209 | b | 108 | b | 20,3 | a | 30,0 | c | 4.367 | d | 66,5 | c |
| AL Avaré | 225 | b | 123 | b | 4,8 | b | 33,0 | c | 4.105 | e | 71,3 | b |
| ADV 9345 PRO3 | 225 | b | 120 | b | 28,0 | a | 43,8 | b | 4.011 | e | 74,0 | b |
| AL Piratininga | 243 | a | 136 | a | 13,8 | b | 20,8 | d | 3.873 | e | 68,5 | c |
| AG 8700 PRO3 | 224 | b | 115 | b | 25,8 | a | 59,3 | a | 3.468 | f | 75,3 | a |
| 30S31 VYHR | 235 | a | 130 | a | 36,5 | a | 30,5 | c | 3.431 | f | 69,0 | c |
| LG 36610 PRO3 | 216 | b | 114 | b | 19,5 | a | 45,8 | b | 2.747 | f | 75,0 | a |
| Médias | 227 | | 123 | | 12,4 | | 24,7 | | 5.250 | | 74,6 | |
| C.V. (%) | 4,1 | | 6,9 | | 137,4 | | 38,0 | | 10,3 | | 4,4 | |
| Dms Tukey 5% | 25,7 | | 23,7 | | 47,7 | | 26,3 | | 1.510 | | 9,1 | |

Obs: médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott a 5%.

Tabela 1 - Médias da altura da planta e da espiga, plantas quebradas, plantas com sintomas de enfezamento e/ou viroses, massa de grãos a 13% de umidade e rendimento de grãos na espiga com palha, em Guaíra, na safrinha 2019

Um ponto importante que deve ser considerado na escolha de cultivar é o índice de plantas quebradas uma vez que estas configuram em perdas na colheita. No ensaio, mesmo essas plantas são colhidas manualmente e, neste caso, deve-se se considerar a produtividade de grãos e o índice de plantas quebradas para tomada de decisão sobre a cultivar. Verifica-se na Tabela 1 que muitas cultivares apresentaram altos índices de quebramento com algumas superando 30% das plantas.

No ensaio realizado em Votuporanga o nível de enfezamento e viroses foi similar aos observados no ensaio de Guaíra com valores em torno de 25% de plantas com sintomas, conforme Tabela 2. Todavia, a média de produtividade deste ensaio foi de 2,1 toneladas de grãos, enquanto que o de Guaíra produziu 5,2 toneladas de grãos. Contudo, a amplitude de produtividade grãos entre cultivar mais e o menos produtivo foi em torno de 67%, similar ao observado no ensaio de Guaíra. O principal fator para baixa produtividade das cultivares foi o estresse hídrico em decorrência de veranico desde o florescimento das plantas até o enchimento dos grãos. Esse fator dificultou a avaliação das plantas com sintomas de enfezamento e viroses, tornando essa avaliação menos precisa e contribuindo para que a produtividade não tivesse boa associação com o índice de plantas sintomáticas.

| Cultivares | Altura da Planta | | Altura da Espiga | | Rendimento de Grãos | | Enfezamento e virose | | Massa de Grãos | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | cm | | Cm | | % | | % | | Kg.ha$^{-1}$ | |
| DKB 335 PRO3 | 189 | a | 101 | c | 69 | a | 12,2 | d | 3.243 | a |
| HL 1730 PRO2 | 174 | b | 97 | c | 67 | b | 19,4 | c | 2.922 | a |
| 2A401 PW | 174 | b | 75 | d | 70 | a | 5,3 | d | 2.889 | a |
| MG 545 PW | 173 | b | 88 | d | 69 | a | 12,3 | d | 2.887 | a |
| BM 815 PRO2 | 190 | a | 94 | c | 67 | b | 23,0 | c | 2.781 | a |
| MG 580 PW | 170 | b | 81 | d | 72 | a | 12,0 | d | 2.747 | a |
| NS 90 PRO2 | 179 | a | 106 | b | 61 | c | 8,0 | d | 2.704 | a |
| K 9606 VIP3 | 188 | a | 94 | c | 61 | c | 40,1 | b | 2.489 | b |
| AG 7098 PRO2 | 181 | a | 103 | b | 65 | b | 10,0 | d | 2.456 | b |
| JM 2M88 | 171 | b | 83 | d | 65 | b | 8,0 | d | 2.407 | b |
| PZ316 | 164 | c | 88 | d | 61 | c | 21,2 | c | 2.406 | b |
| JM 4M50 | 175 | b | 96 | c | 64 | b | 15,3 | d | 2.397 | b |
| JM 2M91 PRO3 | 180 | a | 91 | d | 63 | b | 27,0 | c | 2.274 | b |
| 30A37 PWU | 162 | c | 74 | d | 66 | b | 7,0 | d | 2.267 | b |
| GNZ 7210 PRO2 | 177 | a | 96 | c | 66 | b | 8,0 | d | 2.258 | b |
| CD 3612 PW | 161 | c | 87 | d | 66 | b | 17,1 | c | 2.246 | b |
| 3754 PWU | 170 | b | 84 | d | 61 | c | 16,1 | d | 2.208 | b |
| P 3898 | 191 | a | 101 | c | 66 | b | 23,2 | c | 2.168 | b |
| AG 8480 PRO3 | 164 | c | 83 | d | 63 | b | 24,1 | c | 2.167 | b |
| LG 3055 PRO3 | 186 | a | 108 | b | 60 | c | 46,4 | a | 2.104 | b |
| FS 500 PW | 172 | b | 86 | d | 61 | c | 11,0 | d | 2.004 | c |
| AG 8700 PRO3 | 178 | a | 85 | d | 64 | b | 59,0 | a | 1.997 | c |
| DKB 360 PRO3 | 181 | a | 84 | d | 65 | b | 37,0 | b | 1.996 | c |
| IAC 8098 | 183 | a | 96 | c | 61 | c | 37,6 | b | 1.944 | c |
| DKB 255 PRO3 | 173 | b | 78 | d | 66 | b | 32,2 | b | 1.895 | c |
| IAC 8046 X | 179 | a | 89 | d | 64 | b | 17,0 | d | 1.754 | c |
| IAC 8053 | 182 | a | 94 | c | 62 | c | 21,0 | c | 1.718 | c |
| PZ 240 | 150 | c | 82 | d | 54 | d | 38,3 | b | 1.693 | c |
| JM 2M77 | 185 | a | 99 | c | 66 | b | 54,0 | a | 1.608 | c |
| AL Avaré | 186 | a | 105 | b | 60 | c | 26,1 | c | 1.578 | c |
| ADV 9345 PRO3 | 163 | c | 80 | d | 62 | c | 36,4 | b | 1.559 | c |
| AL Piratininga | 192 | a | 121 | a | 59 | c | 27,0 | c | 1.465 | c |
| 30S31 VYHR | 172 | b | 85 | d | 48 | e | 32,0 | b | 1.180 | c |
| LG 36610 PRO3 | 173 | b | 85 | d | 61 | c | 56,4 | a | 1.063 | c |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Médias | 176 | 91 | 63 | 24,7 | 2.161 |
| C.V. (%) | 6 | 9 | 5 | 35,0 | 22 |
| Dms Tukey a 5% | 28 | 22 | 10 | 24,2 | 1.303 |

Obs: médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott a 5%.

Tabela 2 - Médias da altura de planta e da espiga, rendimento de grãos na espiga com palha, plantas com sintomas de enfezamento e viroses, massa de grãos a 13% de umidade, em Votuporanga – SP, do ensaio de safrinha 2019

As cultivares DKB 335 PRO3, 2A401 PW, MG 545 PW, MG 580 PW, NS 90 PRO2, HL 1730 PRO2 e BM 815 PRO2, foram as mais produtivas, sendo que as quatro primeiras se destacaram também entre as mais resistentes ao complexo enfezamento e viroses.

Os resultados deste trabalho reforçam a necessidade de realizar ensaios regionalizados para conhecer quais são as cultivares do mercado mais adaptadas aos ambientes de produção e com resistência às doenças de ocorrência regional.

## 4 I CONCLUSÕES

O enfezamento e as viroses contribuíram para a grande amplitude de produtividade entre os cultivares em função da elevada incidência e grande diferença nos níveis de resistência.

NS 90 PRO2 e 2A401 PW foram comuns no grupo das cultivares com maior produtividade nos dois ambientes e NS 90 PRO2, JM 2M88, GNZ 7210 PRO2, AG 7098 PRO2, 2A401 PW e 3754 PWU apresentaram a menor proporção de plantas com sintomas de enfezamento e viroses.

## REFERÊNCIAS

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos Safra 2018/2019 – 11º** Levantamento Agosto de 2019**.** Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos Acesso em 13 de Agosto de 2019.

DUARTE, P. A. et al., **Adaptação de cultivares de milho safrinha na região paulista do vale do Paranapanema em 2004 e 2005**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA – RUMO A ESTABILIDADE, 8, 2005, Assis-SP. Anais... Assis-SP, IAC: Associação Brasileira de milho e sorgo, 2005, p. 2019-226.

DUARTE, A.P.; SAWAZAKI, E.; GALLO, P.B.; FREITAS, R.S.; FANTIN, G.M.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; CRIZ, F.A.; LEÃO, P.C.; MARTINS, A.L.M; TICELLI, M. CHIIARATO, J.H. **Adaptação de cultivares de milho safrinha na Região Norte/Oeste do Estado de São Paulo em 2006 e 2007**. In: IX SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA – Rumo a Estabilidade, 2007, 9, Dourados-MS, 2007 **Documentos 89** / Embrapa Agropecuária Oeste. Dourados-MS: Comitê de publicações da Embrapa Agropecuária Oeste, 2007, v. 89. p.291-296.

DUARTE, A. P.; FREITAS, R.S.; GALLO, P.B.; TICELLI, M.; SAWAZAKI, E.; FANTIN, G.M.; CRUZ, F.A.; LEÃO, P.C.L; MARTINS, F.M.; BORGES, W.L.B. **Desempenho Agronômico de Cultivares de milho safrinha na Região Norte/Noroeste do Estado de São Paulo em 2008 e 2009**. In: X SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 2009, 10, Rio Verde-GO, 2009 **Anais...** Rio Verde: FESURV – Universidade de Rio Verde, 2009, p. 311-318.

DUARTE, A. P; DUARTE, A. P.; FREITAS, R.S.; GALLO, P.B.; TICELLI, M.; SAWAZAKI, E.; FANTIN, G.M.; CRUZ, F.A.; LEÃO, P.C.L; BORGES, W.L.B.; MARTINS, F.M. **Milho safrinha na Região Norte/Oeste do Estado de São Paulo: Avaliação de cultivares transgênicas em 2010 e 2011.** In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA – De Safrinha a Grande Safra, XI, 2011, Lucas do Rio Verde. **Anais**... Lucas do Rio Verde: Fundação Rio Verde, 2011, p. 179-185.

FANTIN. G. M.; DUARTE, A.P. DESUÓ, D.R.; STRADA, W.L.; GALLO, P. B.; FREITAS, R.S. **Incidência de enfezamento e danos a produtividade de cultivares superprecoces de milho safrinha no Estado de São Paulo**. In: SEMINARIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA – CONSTRUINDO SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS E RENOVÁVEIS, XIV, 2017, Cuiabá, **Anais**... Cuiabá-MT: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2017, p. 293-298.

# CAPÍTULO 11

# IMPORTÂNCIA DO ACOMPANHAMENTO TÉCNICO E GERENCIAMENTO DA SANGRIA NOS SERINGAIS

*Data de aceite: 03/05/2021*
*Data de submissão 12/02/2021*

**Regina Kitagawa Grizotto**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/2809175495850519

**Elaine Cristine Piffer Gonçalves**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
ORCID ID – 0000-0001-5797-6264

**Antonio Lúcio Mello Martins**
APTA Polo Regional Centro Norte
Pindorama/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/1092498137289104

**Ivana Marino Bárbaro-Torneli**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
ORCID ID - 0000-0002-2954-2693

**Anita Schmidek**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/3709782731891847

**Fernando Bergantini Miguel**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
ORCID ID – 0000-0002-4778-8961

**José Antonio Alberto da Silva**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/1398758607886303

**Marcelo Henrique de Faria**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/4131019883040512

**Marcelo Ticelli**
APTA UPD Tatuí
Tatuí/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/3709782731891847

**RESUMO:** O objetivo do presente trabalho foi de demonstrar a importância do acompanhamento técnico nas operações relacionadas à sangria e gestão do seringal e desenvolver uma ficha de avaliação de sangria que foi aplicada à campo para melhoria de produtividade, gerenciamento e aumento da vida útil do seringal. O experimento foi conduzido numa propriedade no município de Barretos, em um seringal do clone RRIM-600, com 15 anos de idade. Foram avaliados 4 sangradores, durante uma safra, nos anos agrícolas 2008/2009, sendo o sistema de sangria adotado: D/4. Foram realizadas avaliações mensais, sobre todos os fatores que influenciam diretamente na produção e aumento da vida útil do seringal. Constatou-se no experimento em questão, que houve aumento de produtividade na safra 2008/09, com relação as safras anteriores; e que as avaliações desenvolveram nos sangradores uma maior conscientização quanto; a espessura da casca a ser retirada por sangria, quanto a profundidade de sangria, quanto ao risco de ferimentos e entrada de fungo, aumentando assim: a vida útil do seringal e diminuindo o índice de secamento de painel.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sangria da seringueira, ficha de avaliação, gerenciamento do seringal.

## IMPORTANCE OF TECHNICAL FOLLOW-UP AND BLOOD MANAGEMENT IN THE RUBBER TREES CROP

**ABSTRACT:** The objective of the present work was to demonstrate the importance of technical monitoring in operations related to bleeding and management of the rubber tree and to develop a bleeding evaluation form that was applied to the field to improve productivity, management and increase the useful life of the rubber tree. The experiment was conducted on a farm located near Barretos, in a rubber tree crop formed with the RRIM-600 clone, aged 15 years. Four bleeders were evaluated during a harvest in the 2008/2009 agricultural years, with the D/4 bleeding system adopted. Monthly evaluations were carried out on all factors that directly influence production and increase the useful life of the rubber tree plantation. It was found in the experiment that there was an increase in productivity in the 2008/09 harvest, regarding the previous harvests; and that the evaluations developed in the bleeders developed awareness by the bleeders regarding the thickness of the bark to be removed by bleeding, the depth of bleeding, the risk of injury and fungus entry, thus increasing the useful life of the rubber tree and decreasing the index of panel drying.
**KEYWORDS:** Bleeding from the rubber tree, evaluation form, management of the rubber tree.

## 1 I INTRODUÇÃO

A seringueira, pertence ao gênero *Hevea*, da familia Euphorbiaceae, que possui a *Hevea brasiliensis* (Willd. ex Adr. de Juss.) Müell. Arg., como a espécie mais importante do gênero (GONÇALVES et al., 2002).

A *Hevea brasiliensis* é uma planta de ciclo perene, de origem tropical, cultivada e utilizada de modo extrativo, com a finalidade de produção de borracha natural (CAMPELO JÚNIOR, 2000). A produção de borracha natural no Brasil, em 2018, foi de 333.117 toneladas, sendo a área destinada para colheita de 153.179 hectares e o Estado de São Paulo, maior produtor nacional e possui, 49,1% de toda área brasileira destinada à colheita (75.179 hectares) e 68,2% do volume produzido (227.163 toneladas) de látex coagulado (OLIVEIRA & GONÇALVES, 2020).

A sangria da seringueira determina a vida útil do seringal e sua produtividade, (Bernardes et al., 2000). O sistema de explotação da seringueira, comumente chamado de sangria, é o resultado da combinação entre o sistema de sangria - comprimento e frequência do corte - e a intensidade de estimulação - concentração e quantidade de estimulantes, local de aplicação e frequência e época de aplicação (REVISTA CAMPO E NEGÓCIO, 2009).

Em geral, a sangria do seringal começa entre seis e oito anos após o plantio, dependendo do nível de manejo empregado, do desenvolvimento alcançado e do limite mínimo de circunferência do tronco a 1,30 m do solo (45 ou 50 cm). Alguns produtores adotam a circunferência mínima de 50 cm, para garantir maior espessura da casca e

menores danos no painel, por causa de problemas inicias com a qualidade da sangria. Embora a literatura estabeleça a porcentagem mínima de 50% de plantas aptas para viabilizar o início da sangria, esse padrão pode variar em função do preço da borracha e do custo da mão-de-obra (BERNARDES et al., 1995; GONÇALVES et al., 2010; GONÇALVES et al., 2001).

Até os anos 70, a sangria dos seringais cultivados era feita pelo sistema S/2, d/2, isto é, em meia espiral descendente, a cada dois dias e sem o uso de estimulantes. A partir dos anos 80, com a adoção generalizada da estimulação do fluxo de látex com Ethephon, a sangria passou a ser feita em S/2, d/3 ou d/4, visando não ao aumento da produção de látex, mas à economia com a redução da mão-de-obra de sangria que passou a ser feita não mais em dias alternados, mas a cada três ou quatro dias.

De acordo com Gonçalves et al. (2000), a explotação do seringal, operação popularmente conhecida como sangria, é um ponto importante na heveicultura, e representa 60% dos custos totais da borracha produzida, além de determinar a vida útil das árvores e a produtividade. O incremento de produtividade, pela adoção de métodos apropriados de explotação, é uma das soluções para se alcançar maiores ganhos líquidos (RAJAGOPAL et al., 2004).

Alguns fatores relacionados à sangria interferem diretamente na produção de látex e na durabilidade do seringal. Dentre estes, a profundidade de sangria, consumo de casca por sangria, declividade de corte, ferimentos, frequência de sangria e estimulação e controle de doenças de painel, são os mais impactantes na produção e longevidade do seringal.

## 2 I MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido numa propriedade no município de Barretos, em um seringal, sendo o clone: RRIM-600, com 15 anos de idade, desde sua implantação (7/8 anos de sangria). Nesta propriedade, foram treinados e avaliados 4 sangradores, durante uma safra, nos anos agrícolas 2008/2009, sendo o sistema de sangria adotado: D/4. Primeiramente, foi desenvolvida uma ficha de avaliação de sangria com a qual, acompanhava-se: a profundidade do corte de sangria, a espessura da casca retirada por sangria, a declividade do corte, presença de ferimentos causados por faca, produtividade, limpeza de canecas e bicas, tratamento de fungos no painel, avanço de geratrizes e outros. Depois foi feito o treinamento dos sangradores através de uma palestra, onde foram mencionados todos os itens relacionados à sangria e gerenciamento que interferem diretamente na produção e via útil do seringal. A planilha desenvolvida foi mostrada aos sangradores e os itens que seriam avaliados mensalmente foram bordados durante a apresentação. Existe uma recomendação técnica com relação à profundidade de sangria, consumo de casca por sangria, declividade, controle de fungos de painel e intervalo de aplicação do estimulante em função do sistema de sangria adotado em cada propriedade

rural, de acordo com suas particularidades. Todas estas recomendações foram, passadas aos sangradores e mensalmente, foram feitas as avaliações num determinado número de árvores escolhidas ao acaso dentro de cada tarefa de cada sangrador, sendo avaliados todos os itens descritos acima. Com relação aos itens: profundidade de sangria e espessura de casca a ser retirada por sangria, considerou-se:

- a espessura da casca a ser retirada por sangria: no experimento em questão, foi definido que seria permitido retirar de 1,5 a 2,00 mm de casca por sangria, de forma que o consumo de casca no final da safra no sistema adotado não seria maior que 12 cm por safra;

- a profundidade de sangria: foi determinado que a profundidade de sangria deveria estar entre 1,5 a 2,0 mm. Profundidade mais próximas ao câmbio da planta (1,0 mm), porém sem ferimentos, seriam permitidas. Profundidades superiores a 2,5 mm seriam comunicadas e os sangradores deveriam corrigir imediatamente, pois quanto mais perto da "madeira" maior o número de vasos laticíferos e maior a produção;

Como cada sangrador, tinha 4 tarefas em sangria, e cada tarefa tinha de 900 à 1000 árvores em sangria. Avaliava-se 10 plantas ao acaso dentro de cada tarefa, de cada sangrador. Totalizando 40 árvores por sangrador/mês.

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

De posse dos dados de produtividade de safras anteriores, onde foi adotado o mesmo sistema de sangria e foram usados os mesmos sangradores, porém sem avaliações periódicas de qualidade de sangria e gerenciamento do seringal, foi realizada uma análise comparativa entre duas safras (2007/2008 – safra sem acompanhamento e sem ficha avaliação e safra 2008/2009 – safra com acompanhamento e ficha de avaliação).

Através da análise das fichas de avaliações e entregas mensais de borracha (coágulo), constatou-se no experimento em questão, que houve um aumento de 23% com relação à produtividade na safra 2008/09; e que as avaliações desenvolveram nos sangradores uma maior conscientização com relação aos itens avaliados que estão diretamente relacionados à produção e longevidade do seringal.

Com relação a espessura da casca a ser retirada por sangria: no experimento em questão, foi observado que na safra de 2007/2008, utilizando-se do mesmo sistema de sangria, sangradores e mesmo número de sangrias/ano/tarefa, houve um consumo de casca anual médio de 18 cm de painel, contra 11,5 cm na safra 2008/2009, onde os sangradores estavam sendo acompanhados e monitorados mensalmente. O consumo de casca, está diretamente relacionado à vida útil do seringal. Quanto mais casca for consumida numa safra, menor é a vida útil do seringal.

Analisando-se a profundidade de sangria foi observado que os sangradores que

trabalharam com profundidades em torno de 1,2 a 1,5 mm obtiveram maior produção; Profundidades mais baixas (0,5 a 1,00 mm) existe maior risco de ferimentos e entrada de fungo de painel.

Com relação à frequência de sangria, uso correto de estimulante e demais itens que interferem na produção e durabilidade do seringal, como: avanço de geratrizes, sangria de ré, limpeza de bicas, e etc, notou-se que quando há acompanhamento técnico mensal, existe um maior cuidado e responsabilidade dos sangradores, com relação à prática de sangria e consequentemente isto interfere na produção e conservação dos seringais.

## 4 I CONCLUSÕES

É de extrema importância o gerenciamento e o acompanhamento técnico das atividades de sangria para obtenção de maiores produtividades e garantia de maior vida útil dos seringais.

## REFERÊNCIAS


BERNARDES, M. S. **Manual de sangria da seringueira**. São José do Rio Preto: Bridgestone/ Firestone do Brasil, 1995. 20p.

BERNARDES, M.S.; CASTRO, P.R. de C. e; MARTINS, A.N.; VIRGENS FILHO, A. de C. Fatores ligados à escolha do sistema de explotação. In: BERNARDES, M.S. (Ed.). Sangria da seringueira. Piracicaba: Esalq/USP, 2000. p.139-182.

CAMPELO JÚNIOR, J. H. Estimativa da transpiração em seringueira. **Revista Brasileira de Agrometeorologia,** Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 35-42, 2000.

GONÇALVES, P. de S.; SOUZA, S.R. de; BRIOSCHI, A.P.; VIRGENS FILHO, A. de C.; MAY, A.; CAPELA-ALARCON, R.S. Efeito da freqüência de sangria e estimulação no desempenho produtivo e econômico de clones de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.1081- 1091, 2000.

GONÇALVES, P. de S. et al. **Manual de heveicultura para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 78p.

GONÇALVES, P. de S. et al. Desempenho de clones de seringueira da série IAC 300 na região do planalto de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 2, fev. 2002.

**GONÇALVES, E. C. P.;** et al. **Manual Técnico CATI: A cultura da seringueira para o estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: Centro de Comunicação Rural, 2010.

OLIVEIRA, M.D.M; GONÇALVES, E.C.P. Impactos do SarS-CoV-2 na Produção de Borracha Natural no Estado de São Paulo. Análises e Indicadores do Agronegócio, v.5, n.8, p. 1-9, 2020.

RAJAGOPAL, R.; VIJAYAKUMAR, K.R.; THOMAS K.U.; KARUNAICHAMY, K. Effect of judicious ethephon application on yield response of Hevea brasiliensis (Clone RRII 105) under ½S d/3 6d/7 tapping system. **Journal of Rubber Research**, v.7, p.138-147, 2004.

REVISTA CAMPOS E NEGÓCIOS. **Você sabe como sangrar a seringueira?** Ano IV N 48 2009, Uberlândia, MG. Disponível em:< http://www.revistacampoenegocios.com.br/anteriores/05-09/index.php?referencia=em_negrito03> Acesso em: 14 nov. 2009.

# CAPÍTULO 12

# DETERMINAÇÃO DE TEORES DE CLOROFILAS E CAROTENOIDES EM ALFACE, RÚCULA E CEBOLINHA

*Data de aceite: 03/05/2021*

**Lucas Alves Dias**
Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri / Campus Unaí / Instituto de Ciências Agrárias
Unaí – MG, Brasil
http://lattes.cnpq.br/1835920035229625

**Sérgio Shigueo Omura**
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri / Campus Unaí / Instituto de Ciências Agrárias
Unaí – MG, Brasil
http://lattes.cnpq.br/6084065081004341

**Brenda Garcia**
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri / Campus Unaí / Instituto de Ciências Agrárias
Unaí – MG, Brasil
http://lattes.cnpq.br/1560072135627104

**Rafael Eduardo Vansolini de Oliveira**
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri / Campus Unaí / Instituto de Ciências Agrárias
Unaí – MG, Brasil
http://lattes.cnpq.br/2633967795246708

**Mírian da Silva Costa Pereira**
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri / Campus Unaí / Instituto de Ciências Agrárias
Unaí – MG, Brasil
http://lattes.cnpq.br/1328127213991175

**RESUMO:** Devido ao aumento considerável de consumidores de hortaliças e a sua importância para a saúde humana, faz-se necessário a realização de estudos que avaliem a qualidade destas hortaliças. Geralmente, altos teores de clorofilas representam um critério indireto para a seleção de plantas com maiores teores de carotenoides. De modo geral, quanto mais verde for a coloração da hortaliça, maior será o teor de clorofilas. Este trabalho teve como objetivo determinar os teores de clorofilas e carotenoides em hortaliças folhosas, especialmente alface, rúcula e cebolinha, comercializadas em Unaí/MG. Tal fato foi comprovado durante este experimento, onde a cebolinha foi a hortaliça com maior teor de clorofilas totais. Com a continuidade do levantamento dessas informações, será possível auxiliar a decisão de compra dos consumidores com relação ao consumo de hortaliças ricas em carotenoides e clorofilas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Hortaliças, clorofilas, carotenoides.

## DETERMINATION OF CHLOROPHYLLS AND CAROTENOIDS CONTENTS IN LETTUCE, ARUGULA AND CHIVE

**ABSTRACT:** Due to the considerable increase in consumers of vegetables and their importance for human health, it is necessary to carry out studies to assess the quality of these vegetables. Generally, high levels of chlorophylls represent an indirect criterion for the selection of plants with higher levels of carotenoids. In general, how much greener the vegetable, higher the chlorophyll content. This study aimed to determine the levels

of chlorophylls and carotenoids in leafy vegetables, especially lettuce, arugula and chives, sold in Unaí/MG. This fact was proven during this experiment, where chives were the vegetable with the highest content of total chlorophylls. With the continuation of the data survey, it will be possible to assist the consumers purchase decision with respect to the consumption of vegetables rich in carotenoids and chlorophylls.
**KEYWORDS:** Vegetables, chlorophylls, carotenoids.

## INTRODUÇÃO

O consumo e o cultivo de hortaliças no Brasil para fins de subsistência foram relatados pelo padre Fernão Cardim em seus escritos que remetem as últimas duas décadas do século XV. (MADEIRA, 2008). A produção de hortaliças no Brasil supera a de grãos e de oleaginosas sendo cerca de 15 bilhões de reais, permitindo que o país ocupe a 12ª posição no ranking de produtores mundiais de hortaliças com produção estimada em 2 bilhões de toneladas (FAO,2006).

Estes produtos geralmente são comercializados em feiras livres, sacolões e por vendedores ambulantes. Dentre eles, estão três hortaliças comumente consumidas na mesa dos brasileiros: alface, rúcula e cebolinha. Estas três destacam-se entre as 50 hortaliças mais apreciadas no país (EMBRAPA, 2016).

A alface *(Lactuca sativa)* é consumida em larga escala e a hortaliça mais escolhida pelos consumidores mundiais. A alface apresenta ótimos valores nutricionais, sendo fonte da provitamina A, além de fornecer sais minerais e vitaminas (CASSETARI, 2012). A rúcula *(Eruca sativa)* tem origem do Mediterrâneo e da Ásia Ocidental. Rica em proteínas e vitaminas A e C, sais minerais, potássio e ferro. É adaptada a clima fresco, possui sabor forte, amargo e picante. É consumida normalmente em saladas na forma crua, com ou sem a utilização de temperos (TRANI, 1998). Outra hortaliça bastante utilizada no Brasil é a cebolinha (*Allium fistulosum)*. Esta hortaliça é usada como condimento e cultivada por pequenos olericultores (HEREDIA, 2003).

Estudos relacionados a absorção destes alimentos por organismos humanos e animais apontam a eficiência dos carotenoides na prevenção do câncer, correspondendo positivamente aos resultados quanto à atuação protetora de carcinogênese. A clorofila também está associada aos carotenoides estudados desde os anos 80 (GOMES, 2007).

As clorofilas são pigmentos naturais abundantes nas plantas e ocorrem nos cloroplastos das folhas e em outros tecidos vegetais. Estudos realizados com diferentes variedades de plantas caracterizam que os pigmentos clorofilianos são os mesmos. As diferenças na cor do vegetal são devido a presença e a distribuição variável de outros pigmentos associados como carotenoides (ELBE, 2000).

Existem duas formas naturais de clorofilas, sendo classificadas como *a* e *b*. Estas estruturas se diferem ligeiramente e são encontradas na proporção de 2,5 a 3,5:1. São compostos insolúveis em água, ou seja, hidrofóbicos, e sua principal função é converter

energia luminosa em energia química, processo que ocorre nos cloroplastos (ESKIN, 1990; STREIT, 2005).

A quantidade e a qualidade de clorofilas nas plantas indicam o estado nutricional das mesmas. Já os carotenoides, juntamente com as vitaminas, são substâncias que agem como agentes antioxidantes em meios biológicos.

Sendo assim, este trabalho objetiva avaliar os teores de clorofilas e carotenoides em algumas hortaliças folhosas, como alface, rúcula e cebolinha.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Química do Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) - Campus Unaí/MG. As hortaliças folhosas são de origem orgânica foram doadas por um produtor local. As hortaliças analisadas foram: alface repolhuda lisa (*Lactuca sativa*), rúcula (*Eruca sativa*) e cebolinha (*Allium fistulosum*). As referidas amostras foram higienizadas em água corrente para a retirada de impurezas macroscópicas. Os teores de clorofilas *a*, *b*, clorofila total e carotenoides foram determinados através do método de extração usando acetona 80% (LICHTENTALER; WELBURN, 1983). Foram utilizados 0,5 g de cada hortaliça folhosa, na forma de discos de 1 cm. Os discos foram transferidos para 05 tubos de ensaio/hortaliça e permaneceram por 24 horas em câmara fria (3ºC), protegidos da luz. Posteriormente, os extratos foram filtrados e os volumes foram medidos e transferidos para cubetas de vidro. Em seguida, as leituras foram feitas em espectrofotômetro (FEMTO 700 PLUS) nos comprimentos de onda de 645, 652 e 663 nm para as clorofilas e 470 nm para os carotenoides. Este procedimento foi realizado em quintuplicada.

Sequencialmente, os teores de clorofilas (WHITHAN *et al.*; 1971) e carotenoides (LICHTENTALER; WELBURN, 1983) foram calculados de acordo com as seguintes equações usando os valores médios de massa, volume e absorbância:

Clorofila *a* = [(12,7 * A663 – 2,69 * A645) * V] / 1000 * W

Clorofila *b* = [(22,9 * A645 – 4,68 * A663) * V] / 1000 * W

Clorofila total = [(A652 * 1000) * (V / 1000 * W)] / 34,5

Carotenoides = [(1000 * A470 – 3,27 * Cl a – 104 * Cl b) / 229] / 1000 * W

Onde:

A = absorbância no comprimento de onda indicado.

V = volume final (mL) do extrato (pigmentos + solução extratora).

W = matéria fresca (g) do material vegetal utilizado.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através dos resultados obtidos descritos na Tabela 1, é possível observar que os níveis de clorofilas variaram consideravelmente entre as três cultivares selecionadas, tal como foi observado em estudos realizados por Lee (1988). A eficiência fotossintética das plantas, bem como a sua adaptabilidade aos mais diferentes ambientes, é influenciada diretamente pelos teores de clorofilas nas folhas, segundo Engel e Poggiani (1991).

Os teores de clorofilas estão relacionados positivamente com o teor de nitrogênio (N), e podem funcionar como um indicativo para a predição da quantidade deste elemento nas folhas (HURTATO, 2011), uma vez que o nitrogênio é constituinte do anel porfirínico presente na molécula de clorofila, como descrevem Taiz e Ziegler (2004).

Analisando a Tabela 1, o maior teor de clorofila total foi encontrado na cebolinha, seguida da rúcula e alface. As diferenças entre os valores médios para o teor de clorofila total variaram de um mínimo de 0,0726 $mg.g^{-1}$ para a alface, até um máximo de 0,1317 $mg.g^{-1}$ para a cebolinha (Tabela 1).

Estudos realizados por Lee (1988) mostraram que o teor de clorofila varia muito entre as espécies. Além disso, de acordo com Engel e Poggiani (1991), a eficiência fotossintética está ligada ao teor de clorofila das plantas, afetando o crescimento e influenciando na adaptabilidade das mesmas aos diversos ambientes.

A Tabela 1 demonstra a predominância da clorofila *a* em relação a clorofila *b*. Tal fato se justifica devido a clorofila *a* ser o principal pigmento envolvido na fotossíntese, enquanto que os demais pigmentos (clorofila *b* e carotenoides) auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação, sendo assim chamados de pigmentos acessórios (TAIZ & ZIEGER, 2004).

| | **Clorofila *a* (mg. $g^{-1}$)** | **Clorofila *b* ($mg.g^{-1}$)** | **Clorofilas totais ($mg.g^{-1}$)** | **Carotenoides totais ($mg.g^{-1}$)** |
|---|---|---|---|---|
| **Alface** | 0,0463 | 0,0162 | 0,0726 | 0,0027 |
| **Rúcula** | 0,0606 | 0,0254 | 0,1004 | 0,0024 |
| **Cebolinha** | 0,0781 | 0,0354 | 0,1317 | 0,0025 |

Tabela 1. Teores de clorofilas *a*, *b* e total e carotenoides nas cultivares alface, rúcula e cebolinha.

O maior teor de carotenoides totais foi evidenciado na alface (Tabela 1), bem como observado por Tawata (2010), o qual verificou que esta hortaliça apesenta quantidades apreciáveis deste pigmento.

Os resultados obtidos demonstraram que não foi encontrado um comportamento semelhante entre os valores das clorofilas medidos e os teores de carotenoides. A cebolinha apresentou o maior teor de clorofilas totais, entretanto foi a alface que demonstrou o maior

teor de carotenoides. O mesmo foi encontrado em alguns estudos realizados por Cassetari (2012).

A coloração das folhas varia com o teor de clorofila, governando o grau da cor verde, e com o teor de antocianina, governando a presença, modelo e distribuição da coloração vermelha (RYDER, 1999). Durante os experimentos, observou-se que a cebolinha apresentou a coloração verde mais intensa e, tal fato foi comprovado com o maior teor de clorofila (Tabela 1).

Os pigmentos envolvidos na fotossíntese são as clorofilas *a* e *b*, os carotenoides e as ficobilinas. Exceto a clorofila *a*, os demais pigmentos são chamados de acessórios. É a partir da molécula de clorofila que os elétrons provenientes da água são transferidos para a cadeia transportadora de elétrons da fotossíntese (KLUGE, 2004).

## CONCLUSÕES

O método de extração empregado neste estudo não apresentou a eficiência desejada, demonstrando pequenos teores de clorofilas e carotenoides nas hortaliças estudadas. Pretende-se alterar o método e realizar novos experimentos com o intuito de aumentar os teores destes pigmentos e verificar a correlação positiva entre os teores de clorofilas e carotenoides. Geralmente, altos teores de clorofilas representam um critério indireto para a seleção de plantas com maiores teores de carotenoides.

De modo geral, quanto mais verde for a coloração da hortaliça, maior será o teor de clorofilas. Tal fato foi comprovado durante este experimento, onde a cebolinha foi a hortaliça com maior teor de clorofilas totais.

A continuidade deste experimento poderá auxiliar, futuramente, na decisão de compra dos consumidores de hortaliças em Unaí/MG.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto de Ciências Agrárias/ICA da UFVJM e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PRPPG/UFVJM) pela concessão de bolsa de Iniciação Científica.

## REFERÊNCIAS

CASSETARI, L. DE SOUSA. **Teores de Clorofila e β- Caroteno em Cultivares e Linhagens Alface.** Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG. p. 11-12, 2012.

ELBE, J.H. Von. Colorantes. In FENNEMA, O. W. (Ed). **Quimica de los alimentos.** 2 ed. Zaragoza: Wisconsin, 2000, p. 782-799.

EMBRAPA HORTALIÇAS e SEBRAE. **Catálogo Brasileiro de Hortaliças.** Brasília, 2010. Disponível em: www.sebrae.com.br/setor/horticultura Acesso em: 11 fev. 2021.

ENGEL, V.L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.3, n.1, p.39-45, Jun. 1991.

ESKIN, N.A.M. **Biochemistry of Foods**. 2.ed. California, 1990, 557p.

FAO. Production and area of vegetable crops. **FAOSTAT database**, 2006.

GOMES, Fabio da Silva. Carotenoides: uma possível proteção contra o desenvolvimento de câncer. **Rev. Nutr. [online]**. 2007, vol.20, n.5.

HEREDIA, N.A., VIEIRA, M.C., WEISMANN, M., LOURENÇÃO, A.L.F. Produção e renda bruta de cebolinha e de salsa em cultivo solteiro e consorciado. **Horticultura Brasileira.** 2003, p.574-577.

HURTADO, S.M.C.; RESENDE, A.V. de; SILVA, C.A.; CORAZZA, E.J.; SHIRATSUCHI, L.S. Clorofilômetro no ajuste da adubação nitrogenada em cobertura para o milho de alta produtividade. **Ciência Rural**, v.41, p.1011-1017, 2011.

KLUGE, R. A. LCB - 311, **Fisiologia vegetal: apontamentos de aulas teóricas de fotossíntese.** ESALQ/USP. Capturado em 22 mar. 2004. Disponível em: http://orion.cpa.unicamp.br/sbfv/arquivos/aulas/gradOl/06fotoquímicadafotossintese/fotossínteseKluge.

LEE, D.W. Simulating forest shade to study the development ecology of tropical plants: Juvenile growth in three vines in India. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, 4:281-92, 1988.

LICHTENTHALER, H.; WELLBURN, A. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. **Biochemical Society Transactions**. 1983, n.603, p.591-592.

MADEIRA NR; REIFSCHNEIDER FJB; GIORDANO LB. 2008. Contribuição portuguesa à produção e ao consumo de hortaliças no Brasil: uma revisão histórica. **Horticultura Brasileira** 26: 428-432.

RYDER, E. J. **Lettuce, endive and chicory**. CAB-Publishing, 208p. 1999

SCOPEL, W.; BARBOSA, J. Z.; VIEIRA, M. L. Extração de pigmentos foliares em plantas de canola. **Unoesc & Ciência** – ACET, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 87-94, 2011.

STREIT. N.M. *et al.* As Clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.748-755, 2005.

TAIZ, L.; ZIEGLER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.693. (Trad. SANTARÉM E.R. et al.).

TAWATA, NATALIA. Determinação de carotenoides em alimentos brasileiros in natura processados e preparados para a tabela nacional de composição de alimentos. 2010. 77 f. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. 2010.

TRANI, P.E.; PASSOS, F.A. Rúcula (pinchão). In: FAHL, J.L.; CAMARGO, M.B.P.; PIZINATTO, M.A.; BETTI, J.A.; MELO, A.M.T.; DEMARIA, I.C.; FURLANI, A.M.C. (eds). **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas: IAC. 1998, p.241-242. (IAC. Boletim, 200).

WITHAM, F. H.; BLAYDES, D. F.; DEVLIN, R. M. **Experiments in Plant Physiology**. New York: D. Van Nostrand Company. 1971. p.55-58.

# CAPÍTULO 13

# INFLUÊNCIA DA ALTURA DE POSICIONAMENTO E COR DAS ARMADILHAS NA CAPTURA DE INSETOS

*Data de aceite: 03/05/2021*

**Rute Moreira Goveia**
http://lattes.cnpq.br/6955309053934694

**Lawrência Maria Conceição de Oliveira**
http://lattes.cnpq.br/7699876730144645

**Elaine de Novais Chaves**
http://lattes.cnpq.br/5786582985907102

**Domingas Nilcely Farias da Conceição**
http://lattes.cnpq.br/9204278334633363

**Darcy Alves do Bomfim**
http://lattes.cnpq.br/9183045318537713

**Geslanny Oliveira Sousa**
http://lattes.cnpq.br/7134076593545605

**RESUMO:** As pragas interferem diretamente na produtividade da fruticultura brasileira, afetando a qualidade final do produto, sendo necessário o uso de defensivos agrícolas para que sejam controladas. Logo, com o intuito de reduzir os impactos ambientais, torna-se viável a utilização de meios alternativos de controle, como armadilhas coloridas. Com isso, o objetivo foi avaliar a influência da cor e da altura das armadilhas na captura de insetos. O estudo foi desenvolvido no setor de fruticultura do IFTO - *Campus* Araguatins, na linha de cupuaçu, consorciado com banana, espaçadas 21,0 m entre si onde foram distribuídas armadilhas de garrafas transparentes com metade da sua capacidade com solução de água e detergente. As amostragens dos insetos foram feitas semanalmente durante o período de maio/2019 a junho/2019, totalizando 4 coletas. Usou-se o DIC com esquema fatorial 5 (cores: amarelo, azul, preto, vermelho e transparente) x 2 (altura: 1,0 m e 2,5 m), com duas repetições das cores em cada altura. Os exemplares coletados foram identificados a nível de Ordem, mantidos em álcool 70% e depositados no Laboratório de Entomologia do campus. Os dados foram analisados pela ANOVA e as médias comparadas através do Teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software AgroEstat 1.0. Foram encontradas 10 ordens de um total de 460 indivíduos coletadas ao longo de quatro semanas de estudo. Entre esses, Diptera foi considerada a ordem com maior abundância. Observou-se que o número de insetos capturados não influenciou os resultados, sendo eles estatisticamente iguais, quanto à altura, cor de armadilha e interação entre essas duas variáveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** Armadilhas coloridas, interação cor x altura, *Musa* spp, *Theobroma grandiflorum*.

## INFLUENCE OF POSITIONING HEIGHT AND TRAPS COLOR ON INSECT CAPTURE

**ABSTRACT:** Pests directly interfere with the productivity of Brazilian fruit production, affecting the final quality of the product, making it necessary to use pesticides to control them. Therefore, in order to reduce environmental impacts, it is feasible to use alternative means of control, such as colored traps. With that, the objective was to evaluate the influence of the color and height of

the traps in the capture of insects. The study was carried out in the fruit industry of IFTO - Campus Araguatins, on the cupuaçu line, intercropped with banana, spaced 21.0m apart, where traps of transparent bottles with half of their capacity with water and detergent solution were distributed. Insect samplings were made weekly during the period from May/2019 to June/2019, totaling 4 collections. DIC with a factorial scheme 5 (colors: yellow, blue, black, red and transparent) x 2 (height: 1.0 m and 2.5 m) was used, with two repetitions of colors at each height. The collected individuals were identified at the Order level, stored in 70% alcohol and deposited at the campus Entomology Laboratory. The data were analyzed using ANOVA and as means compared using the Tukey test at 5% probability, using the AgroEstat 1.0 software. 10 orders from a total of 460 individuals were found over the course of four weeks of study. Among these, Diptera was considered the order with the highest abundance. It was observed that the number of insects captured did not influence the results, they were statistically equal, in terms of height, trap color and interaction between these two variables.
**KEYWORDS:** Colorful traps, color x height interaction, *Musa* spp, *Theobroma grandiflorum*.

## 1 I INTRODUÇÃO

A fruticultura brasileira tem-se destacado internacionalmente, sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial de frutas, com um total de 41,5 milhões de toneladas produzidas (SEBRAE, 2016; SOBRINHO et al, 1998). Entre os problemas de ordem tecnológica que interferem no desenvolvimento da fruticultura, os relacionados com as pragas possuem destaque altamente relevante, pois afetam diretamente na qualidade final do produto e pelos severos requerimentos fitossanitários por parte dos países importadores (SOBRINHO et al, 1998).

A banana (*Musa* spp, Linnaeus 1753) é a fruta fresca mais consumida no mundo, se destacando como uma das principais no agronegócio internacional (FIORAVANÇO, 2003). No Brasil, a cultura da banana tem elevado destaque, sendo o país o quarto produtor mundial de banana, com uma produção de 6.778,043 milhões de toneladas na safra de 2017, proporcionando estímulos ao seu plantio e ao seu desenvolvimento tecnológico (IBGE, 2017; LIMA et al, 2012).

A cultura do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum) tem conquistado espaço na fruticultura internacional e nacional, com destaque para a região Norte do país, onde a mesma possui grande importância social (PRIMO, 2017). Devido ao aumento da demanda de mercado, principalmente para o comércio de polpa, tem-se feito investimentos para a substituição do extrativismo para a forma domesticada da cultura do cupuaçu (GONDIM et al, 2001).

O cupuaçu tem sido bastante utilizado em consórcios, seja com espécies florestais ou frutíferas, com destaque para o consórcio com a cultura da banana (PRIMO, 2017). Os consórcios de plantas permitem o cultivo de duas ou mais espécies vegetais em uma mesma área, aproximando o local de plantio do ambiente natural, proporcionando assim determinado equilíbrio (SILVA, 2011). Outro benefício desta consorciação é em relação a

incidência de insetos-pragas, que é menos intenso em comparação com cultivos solteiros (LEITE e MEIRA, 2016).

Mesmo com a adoção das práticas de manejo nas culturas, o ataque de pragas pode ocorrer, sendo necessária a utilização de defensivos agrícolas para prevenir e controlar esses indivíduos. A utilização desses produtos acarreta problemas aos seres humanos, aos animais e a natureza (OTCA, 2019). Em decorrência disso, outras formas menos nocivas, aos animais e ao ambiente, passaram a ser utilizadas, como controle biológico, controle manual, barreiras vivas, extrato de plantas, armadilhas luminosas, adesivas, coloridas, entre outros (EMBRAPA INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA, 2006).

A utilização de armadilhas coloridas na captura de insetos é um método que atualmente vem sendo bastante utilizado, com comprovada influência de determinadas cores em relação a captura de grupos específicos de insetos (FRAGA et al, 2011; SANTOS et al, 2008; BAVARESCO et al, 2005). Segundo Fraga et al. (2011) os insetos são atraídos ou repelidos por vários comprimentos de ondas eletromagnéticas coloridas policromáticas, porém há divergência na determinação da cor policromática mais atrativa para algumas espécies.

Outro fator que influencia na captura de insetos é a altura de posicionamento das armadilhas, sendo que muitas vezes a altura ideal para a instalação das armadilhas está diretamente relacionada ao porte da cultura considerada (BAVARESCO et al, 2005). Esses mesmos autores relatam que armadilhas posicionadas a 2,5 m acima do nível do solo foi significativamente maior na captura *Argyrotaenia sphaleropa*, enquanto, Peres Filho et al. (2012) e Flechtmann et al. (1997) verificaram uma captura de Bostrichidae significativamente maior na altura de 2,0 m.

Desse modo, o presente estudo teve como objetivo verificar a influência da cor e altura da armadilha na captura da população de insetos presentes na consorciação de banana com cupuaçu no IFTO-*Campus* Araguatins.

## 2 I MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no IFTO - *Campus* Araguatins, localizado no povoado Santa Teresa, Km 05 – zona rural, cidade de Araguatins, Estado do Tocantins.

Foram distribuídas armadilhas no setor de fruticultura (AG III): no consórcio de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Malvaceae)) com banana (*Musa spp.* (Musaceae)). O clima da região segundo a classificação de Koppen é do tipo AW – Tropical de verão úmido e período de estiagem no inverno, onde a precipitação média anual apresenta variação em torno de 1.500 a 2.100 mm (JÚNIOR, 2016).

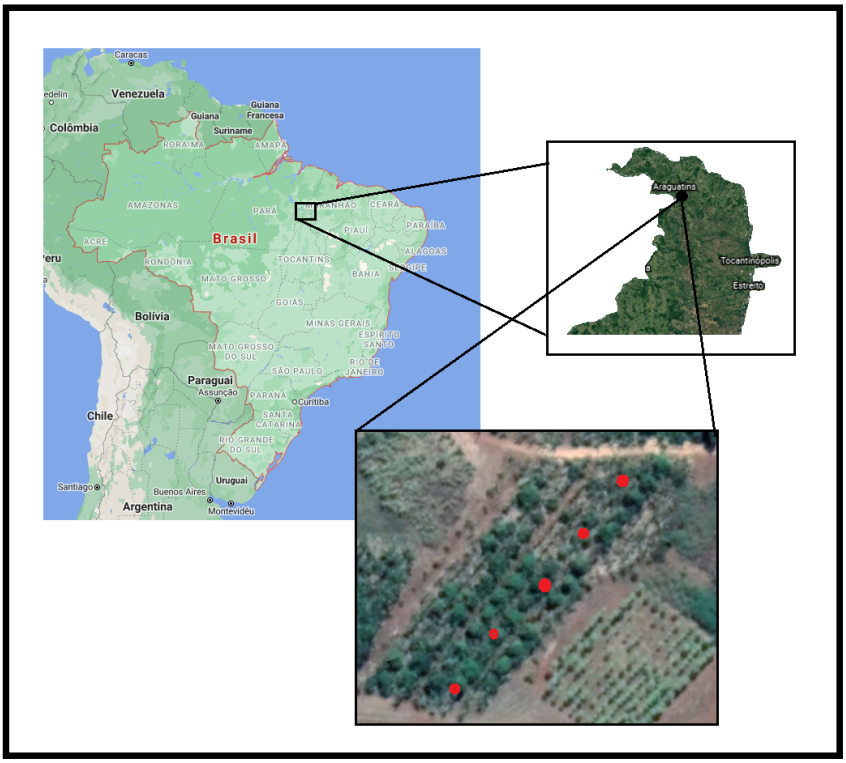



Figura 1. Localização do experimento, seguido da distribuição das armadilhas no consórcio de banana com cupuaçu. Araguatins – TO.

Fonte: Rute Moreira Goveia

As amostragens dos insetos foram feitas semanalmente durante o período de maio/2019 a junho/2019, totalizando 4 coletas. Para isso, utilizou-se armadilhas coloridas com espaçamento de 21 metros entre si, posicionadas nas árvores de cupuaçu que estão localizadas entre duas linhas de bananeiras. Essas armadilhas consistem de garrafas transparentes de polietileno tereftalato (PET) de 20 cm de comprimento e de 9,5 cm de diâmetro, pintadas com tinta *spray* (Figura 2 e 3), preenchidas metade da capacidade com solução de água e gotas de detergente, para quebra da tensão superficial da água (BERNARDO, 2014).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com esquema fatorial 5 (cor) x 2 (altura). Assim, utilizou-se as cores amarela, azul, preta, vermelha e transparente (armadilha testemunha), sendo distribuídas ao acaso nas alturas de 1,0 m (no caule da planta) e 2,5 m (copa da planta), por incluir o intervalo citado por Flechtmann *et al* (1997), de modo que cada cor foi repetida duas vezes em cada altura.

Figura 2. Exemplos de algumas armadilhas coloridas instaladas a respectivamente, 1 metro e 2,5 metros de altura.

Fonte: Elaine de Novais Chaves

Inicialmente, separou-se os exemplares coletados em morfoespécies, que posteriormente foram quantificados e identificados a nível de ordem com o auxílio de chaves dicotômicas. Em seguida, armazenou-se os espécimes no Laboratório de Entomologia do IFTO - *Campus* Araguatins mantidos em álcool 70%.

Os dados foram analisados pela análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas através do Teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software AgroEstat 1.0, a fim de avaliar o efeito da cor, da altura e da interação entre ambos quanto a captura de insetos.

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas 10 ordens de um total de 460 indivíduos coletadas ao longo de quatro semanas de estudo. Entre as quais, Diptera foi considerada a ordem mais abundante, apresentando 237 indivíduos, sendo responsável por 51,522% do total, seguida da ordem Hymenopteracom 170 indivíduos, correspondendo a 36,957% (Tabela 1).

| Ordens | NI | % |
|---|---|---|
| **Diptera** | **237** | **51,522** |
| **Hymenoptera** | **170** | **36,957** |
| Isoptera | 17 | 3,696 |
| Coleoptera | 13 | 2,826 |
| Hemiptera | 7 | 1,522 |
| Lepidoptera | 7 | 1,522 |
| Orthoptera | 3 | 0,652 |
| Neuroptera | 3 | 0,652 |
| Blattodea | 2 | 0,435 |
| Thysanoptera | 1 | 0,217 |
| Total de indivíduos | 460 | |
| Total de ordens | 10 | |
| H' ± IC | 1.1622 ± 0,018975 | |
| E | 0.990975 | |

**Ordens predominantes em negrito**. NI = Número de indivíduos; (%) = porcentagem do número de indivíduos de cada ordem em relação ao total de indivíduos capturados; H' = Índice de Diversidade de Shannon-Weaner; E = Índice de Equitabilidade; IC = Intervalo de confiança a 95%.

Tabela 1. Resultado da análise de fauna das ordens de insetos capturadas em armadilhas coloridas, de 23 de maio a 13 de junho, Araguatins, TO.

Considerando as duas alturas em que as armadilhas foram instaladas, observou-se que na altura de 1,0 m foram capturados um total de 258 indivíduos de 9 ordens. Já na altura de 2,5 m capturou-se 202 indivíduos de 10 ordens.

Verificou-se que todas as armadilhas, distribuídas em cinco cores diferentes (amarelo, azul, verde, preto e transparente) capturaram insetos. No entanto, quando foi feita a análise de variância não houve diferença significativa na quantidade de insetos coletados pelas armadilhas quanto às diferentes cores e a alturas (Tabela 2).

| Fontes de Variação | NTI | | | |
|---|---|---|---|---|
| | GL | QM | F | P |
| ALTURA | 1 | 156,8000 | 0,84NS | 0,3803 |
| COR | 4 | 148,6250 | 0,80NS | 0,5528 |
| ALTURA X COR | 4 | 35,42500 | 0,19NS | 0,9380 |
| RESÍDUO | 10 | 186,1000 | - | - |

NTI - Número Total de Indivíduos. $^{NS}$ – Não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Análise de variância em relação à altura e cor da armadilha para captura de insetos, quanto ao número total de indivíduos coletados, de 23 de maio/2019 a 13 de junho/2019, Araguatins, TO.

Ao estudarem os adultos da lagarta - das - fruteiras (*Argyrotaenia sphaleropa*) Bavaresco et. al (2005), observaram que a quantidade de indivíduos capturados nas armadilhas posicionadas a 2,5 m acima do nível do solo foi significativamente maior que a 0,5, 1,0 e 1,5 m de altura. Segundo esse mesmo autor, a altura ideal para a instalação das armadilhas está diretamente relacionada ao porte da cultura considerada.

Do mesmo modo, Silveira et al (2017) afirmam que a altura das armadilhas influenciou a captura de *Dinoderus minutus*. Essas foram instaladas a 1,5 m e 2,5 m, no entanto, um maior número de insetos foi encontrado nas armadilhas instaladas a 2,5 m do solo. Esse fato pode ser explicado devido ao encontro dos parceiros sexuais nessa faixa de altura do bambu.

No que se refere a cor das armadilhas, Silveira et al (2017) não detectaram influência da cor das armadilhas na captura de carunchos do bambu (*Dinoderus minutus*), pois foi observada uma quantidade de carunchos capturados semelhante em todas as armadilhas, independente da cor. O que pode ser explicado por Bavaresco et. al (2005), pois enfatizam que o modo como as armadilhas utilizadas foram pintadas pode interferir na captura dos insetos, pois existe a possibilidade de que algumas características da tinta utilizada tenham interferido na captura.

Convém notarmos que ao analisar cada ordem separadamente, observou-se que o número de insetos capturados não influenciou os resultados, sendo eles estatisticamente iguais, quanto à altura, cor de armadilha e a interação entre essas duas variáveis (Tabela 3).

| Fontes de variação | Hymenoptera | | Diptera | | Hemiptera | | Thysanoptera | | Isoptera | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | F | P | F | P | F | P | F | P | F | P |
| Altura | 0,78$^{NS}$ | 0,398 | 0,11$^{NS}$ | 0,746 | 1,00$^{NS}$ | 0,340 | 1,00$^{NS}$ | 0,340 | 1,65$^{NS}$ | 0,227 |
| Cor | 0,37$^{NS}$ | 0,825 | 1,98$^{NS}$ | 0,174 | 0,72$^{NS}$ | 0,596 | 1,00$^{NS}$ | 0,451 | 0,85$^{NS}$ | 0,526 |
| Altura X Cor | 0,32$^{NS}$ | 0,857 | 0,51$^{NS}$ | 0,732 | 0,17$^{NS}$ | 0,950 | 1,00$^{NS}$ | 0,451 | 0,38$^{NS}$ | 0,819 |
| Fontes de variação | Orthoptera | | Neuroptera | | Coleoptera | | Lepidoptera | | Blattodea | |
| | F | P | F | P | F | P | F | P | F | P |
| Altura | 0,33$^{NS}$ | 0,576 | 0,20$^{NS}$ | 0,664 | 1,92$^{NS}$ | 0,195 | 0,50$^{NS}$ | 0,495 | 0,00$^{NS}$ | 1,000 |
| Cor | 1,33$^{NS}$ | 0,323 | 0,80$^{NS}$ | 0,552 | 2,31$^{NS}$ | 0,129 | 1,12$^{NS}$ | 0,398 | 0,75$^{NS}$ | 0,580 |
| Altura X Cor | 0,33$^{NS}$ | 0,849 | 1,20$^{NS}$ | 0,369 | 1,54$^{NS}$ | 0,264 | 0,50$^{NS}$ | 0,736 | 1,25$^{NS}$ | 0,351 |

$^{NS}$ – Não significativo a 5% de probabilidade. F - Teste F. P - Probabilidade.

Tabela 3. Análise de variância em relação à altura e cor da armadilha para coleta de insetos, quanto às ordens de indivíduos capturados.

Por esse motivo, Flechtmann et. al (1997), ao analisarem estatisticamente os totais de Bostrichidae capturados em cada altura de armadilha, constatou uma captura significativamente maior na altura de 2,0 m. Justificando esses dados, pois foi capturado um alto número de espécimes de *Bostrychopsis uncinata*, os autores constataram que o baixo número de exemplares capturados das outras espécies não permitiu que houvesse diferenciação a nível estatístico entre alturas de armadilhas, pois aparentemente, ao menos para algumas delas, a altura preferencial de voo deve ser a uma faixa superior a 1,0 m.

## 4 I CONCLUSÃO

A altura das armadilhas não influenciou na quantidade de insetos coletados e as diferentes cores das armadilhas não apresentaram resultados significativos, sendo estatisticamente iguais.

Portanto, não houve interação entre as cores e as diferentes alturas quanto ao número de insetos coletados. Assim, as armadilhas mostraram eficiência na captura de insetos, independentemente da cor ou altura utilizada.

## REFERÊNCIAS


BAVARESCO, A.; GARCIA, M. S.; BOTTON, M. **Efeito da altura de posicionamento e da cor de armadilhas de feromônio na captura de *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick, 1909) (Lepidoptera: Tortricidae) na cultura do caquizeiro.** Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.72, n.3, p.373-377, jul./set., 2005.

BERNARDO, V. R. **Quebrando a tensão superficial da água**. Florianópolis: 2014.

**Controle alternativo de pragas e doenças das plantas**. ed. 1. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006, 27 p.: il. – (ABC da Agricultura Familiar, 4), ISBN 85-7383-341-6.

FIORAVANÇO, C. F. **Mercado mundial de banana: produção, comércio e participação brasileira.** São Paulo: Informações Econômicas, v. 33, n. 10, 2013.

FLECHTMANN, C. A. H.; GASPARETO, C. L.; TEIXEIRA, E. P. **Altura de vôo em Bostrichidae (Coleoptera) em *Pinus caribaev. hondurensis* em Agudos, SP.** São Paulo: Revista do Instituto Florestal, 1997.

FRAGA, D. F.; GRIGOLLI, J. F. J.; LOPES, D. O. P.; SOUZA, L. A.; BUSOLI, A. C. **Atratividade de *DoruLuteipes* a Armadilhas Coloridas na Cultura Do Milho.** Uberaba: FAZU em Revista, n. 8, p. 15-19, 2011.

GONDIM, T. M. S.; THOMAZINI, M. J.; CAVALCANTE, M. J. B.; SOUZA, J. M. L. **Aspectos da produção do cupuaçu**. ed. 1. Rio Branco: EMBRAPA Acre, 2001, 43p.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola: Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Fundação Instituto Brasileiro de geografia e Estatística.** Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

JÚNIOR, J, L. C. S. **Avaliação parcial das condições pluviométricas no Estado do Tocantins, durante o período chuvoso 2015/2016**. Palmas: UNITINS, 2016.

LEITE, C. D.; MEIRA, A. L. **Consórcio de Plantas.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Fichas Agroecológicas, 2016.

LIMA, M. B.; SILVA, S. O.; FERREIRA, C. F. **Banana: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. ed. 2. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2012. 214 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas). ISBN 978-85-7035-118-0.

OTCA. **Cartilha de receitas alternativas para prevenção e controle de pragas e doenças na agricultura**. ORGANIZAÇÃO DO TRATADO DE COOPERAÇÃO AMAZÔNICA: 2019. Disponível em: <http://otca.info/gef/uploads/documento/6b09f-CARTILHA-40.pdf>. Acesso em: 25 de abril de 2019.

PERES FILHO, O.; BARBOSA, J. L.; SOUZA, M. D.; DORVAL, A. **Altura de voo de bostriquídeos (Coleoptera: Bostrichidae) coletados em Floresta Tropical Semidecídua, Mato Grosso.** Pesquisa Floresta Brasileira, Colombo-RS, v. 32, n. 69, p. 101-107, 2012.

PRIMO, H. E. **Técnicas para o cultivo de cupuaçuzeiro**. Brasília: Embrapa: 2017. 61 p. .ISBN 978-85-7035-765-6.

SANTOS, J. P.; WAMSER, A. F.; BECKER W. F.; MUELLER, S.; SUZUKI, A. **Captura de insetos sugadores e fitófagos com uso de armadilhas adesivas de diferentes cores nos sistemas de produção convencional e integrada de tomate em Caçador, SC.** Horticultura Brasileira, v. 26, n. 2 (Suplemento - CD Rom), jul-ago. 2008.

SEBRAE. **Cenários Prospectivos: A fruticultura brasileira em 2018**. Sistema de inteligência de mercado (SIM): 2016.

SILVA, A. C. F. **Consorciação de Culturas**. 2011. Disponível em: <http://cultivehortaorganica.blogspot.com/2011/01/consorciacao-de-culturas.html>. Acesso em: 25 de abril de 2019.

SILVEIRA, E. S.; SILVA, R. M.; ROEL, A. R.; CEREDA, M. P**. Influência de fatores ambientais, cor e altura de armadilhas na captura do caruncho do bambu.** Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v. 4, n. 4, p. 8-14, 2017.

SOBRINHO, R. B.; CARDOSO, J. E.; FREIRE, F. C. O. **Pragas de fruteiras tropicais de importância agroindustrial**. Brasília: Embrapa-SPI; 1998. 209p.; ISBN 85-73B3-032-8.

# CAPÍTULO 14

# QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA (*Glycine max*) SUBMETIDAS A DIFERENTES INSETICIDAS EM TRATAMENTO DE SEMENTES E PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO

*Data de aceite: 03/05/2021*
*Data de submissão: 05/02/2021*

**Gabriel Perez Ciscon**
Universidade Estadual do Norte do Paraná - Campus Luiz Meneghel
Bandeirantes - Paraná
http://lattes.cnpq.br/3624440462254699

**Nair Mieko Takaki Bellettini (in memoriam)**
Universidade Estadual do Norte do Paraná - Campus Luiz Meneghel
Bandeirantes - Paraná
http://lattes.cnpq.br/4790986619781575

**Silvestre Bellettini**
Universidade Estadual do Norte do Paraná - Campus Luiz Meneghel
Bandeirantes – Paraná
http://lattes.cnpq.br/0540747739983343

**João Henrique Sobjeiro Andrzejewski**
Universidade Estadual do Norte do Paraná - Campus Luiz Meneghel
Bandeirantes – Paraná
http://lattes.cnpq.br/6834801690645936

**Mathias Aparecido Alves**
Universidade Estadual do Norte do Paraná - Campus Luiz Meneghel
Bandeirantes – Paraná
http://lattes.cnpq.br/3650483703229938

**Luis Gustavo Perez de Oliveira**
Universidade Estadual do Norte do Paraná - Campus Luiz Meneghel
Bandeirantes - Paraná
http://lattes.cnpq.br/1426519693896193

**RESUMO:** Avaliou – se na Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Luiz Meneghel, Bandeirantes – PR, inseticidas em tratamento de sementes nos cultivares de soja, Monsoy 6410 IPRO e Monsoy 5917 IPRO em diferentes tempos de armazenamento. Foram utilizados 6 tratamentos com 4 repetições sendo: piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (Standak Top 200 mL); ciantraniliprole (Fortenza 600 FS 200 mL); clorantraniliprole (Dermacor 100 mL); imidacloprido + tiodicarbe (Cropstar 700 mL); tiametoxam (Cruiser 350 FS 300 mL / 100 Kg de sementes) e testemunha (sem tratamento de semente) .Utilizou - se bandejas com 36 células por repetição nos tempos 0, 20, 40, 60, 80 e 100 dias de armazenamento, para avaliar plantas emergidas aos 8 dias após cada instalação e papel umedecido em água deionizada contendo 50 sementes de cada cultivar por repetição para o teste de germinação e teste de envelhecimento acelerado. Concluiu – se que: a) No teste de germinação, a porcentagem de plântulas normais obtidas por ocasião da primeira contagem na cultivar Monsoy 6410 IPRO diferiu estatisticamente em relação à cultivar Monsoy 5917 IPRO. b) A porcentagem de sementes infectadas por fungos após serem submetidas ao envelhecimento acelerado, foi maior na cultivar Monsoy 5917 IPRO, diferindo estatisticamente da cultivar Monsoy 6410 IPRO. c) Os diferentes tratamentos de sementes com inseticidas, diminuíram a porcentagem de plantas emergidas ao longo do tempo de armazenamento em condições ambientais não controladas. d) O teor

de água das sementes submetidas aos tratamentos com diferentes inseticidas oscilaram ao longo do tempo de armazenamento em condições ambientais não controladas.
**PALAVRAS-CHAVE:** Germinação, emergência, deterioração.

## PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SOYBEAN SEEDS (*Glycine max*) SUBMITTED TO DIFFERENT INSECTICIDES IN SEED TREATMENT AND STORAGE PERIODS

**ABSTRACT:** The State University of Northern Paraná, Campus Luiz Meneghel, Bandeirantes – PR, evaluated a treatment of insecticides in a soybean seed cultivation, Monsoy 6410 IPRO and Monsoy 5917 IPRO at different storage times. Were used 6 different treatments with 4 replications them being: pyraclostrobin + methyl thiophanate + fipronil (Standak Top 200 mL); cyantraniliprole (Fortenza 600 FS 200 mL); chloranthraniliprole (Dermacor 100 mL); imidacloprid + thiodicarb (Cropstar 700 mL); thiametoxam (Cruiser 350 FS 300 mL / 100 Kg of seeds) and control (without seed treatment). Trays with 36 cells were used per repetition in times of 0, 20, 40, 60, 80 and 100 days of storage, to evaluate the plants emerged at 8 days after each installation then the paper is moistened in deionized water containing 50 seeds of each cultivation by repetition for the germination test and accelerated aging test. It was concluded that: a) In the germination test, the percentage of normal seedlings obtained during the first count in cultivation Monsoy 6410 IPRO statistically different in relation to cultivate Monsoy 5917 IPRO. b) The percentage of seeds infected by fungi after being submitted to the accelerated aging was higher in cultivation Monsoy 5917 IPRO, differing statistically different from cultivation Monsoy 6410 IPRO. c) The different treatments of seeds with insecticides, decreased the percentage of plants emerged during the storage time in uncontrolled environmental conditions. d) The water content of the seeds submitted to treatments with different insecticides fluctuated over the storage time in uncontrolled environmental conditions.
**KEYWORDS:** Germination, emergency, deterioration.

## 1 I INTRODUÇÃO

Desde o ponto de maturidade fisiológica no campo de produção até o período de plantio há a deterioração da semente pelo processo natural de envelhecimento e após a semeadura, ficam vulneráveis ao ataque de pragas e patógenos, o que afeta o seu desempenho genético e fisiológico, diminuindo a sua germinação e alterando a uniformidade de emergência de plântulas. Com o objetivo de proteger a cultura desde semente até o estágio inicial de desenvolvimento, faz-se necessário o tratamento com produtos fitossanitários como fungicidas e inseticidas (LUDWIG et al., 2011; PEREIRA et al., 2011).

Tavares et al. (2007) observaram efeito favorável com a aplicação do tiametoxam, com aumento da área foliar e radicular de plantas de soja tratadas com esse inseticida, que tem efeito indireto na cultura, aumentando a produção de hormônios fazendo com que a planta apresenta maior vigor, germinação e desenvolvimento de raízes.

Segundo TeKrony (1995), o teste de envelhecimento acelerado é reconhecido como um dos mais populares para a avaliação do vigor de sementes de várias espécies, sendo capaz de predizer o potencial de armazenamento delas.

O experimento foi instalado com o objetivo de avaliar diferentes inseticidas em tratamento de sementes de soja sob determinados períodos de armazenamento.

## 2 I MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Luiz Meneghel - Bandeirantes-PR, com sementes de soja cultivar Monsoy 6410 IPRO e Monsoy 5917 IPRO produzidas na safra 2018/2019. Utilizou-se delineamento experimental em blocos ao acaso onde foram atribuídos às bandejas 6 tratamentos com 4 repetições sendo: piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (Standak Top 200 mL); ciantraniliprole (Fortenza 600 FS 200 mL); clorantraniliprole (Dermacor 100 mL); imidacloprido + tiodicarbe (Cropstar 700 mL); tiametoxam (Cruiser 350 FS 300 mL / 100 Kg de sementes) e testemunha (sem tratamento de semente).

O tratamento das sementes foi realizado manualmente utilizando sacos plásticos, adicionando-se 500 g de sementes por tratamento e os respectivos inseticidas. Os sacos plásticos foram insuflados de ar e agitados durante dois minutos para garantir a homogeneização das sementes e em seguida secadas a sombra, posteriormente foram embaladas em sacos de papel e armazenadas em condições ambientais não controladas.

Nos períodos de 0, 20, 40, 60, 80 e 100 dias após o tratamento, foi avaliado a qualidade fisiológica das sementes através do teste de emergência em bandejas e a determinação do grau de umidade pelo método de estufa a alta temperatura (BRASIL, 2009).

Para o teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos, foram instalados 4 repetições de 50 sementes para cada cultivar, em rolos de papel umedecidos com água deionizada, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, à temperatura de 25ºC. A contagem foi feita aos 7 dias contabilizando-se, a porcentagem de plântulas normais, anormais, sementes mortas e infectadas por fungos. (BRASIL, 1992).

Para o teste de envelhecimento acelerado, foram instalados com 4 repetições de 50 sementes para cada cultivar, em rolos de papel umedecidos com água deionizada, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, à temperatura constante de 41 ºC e 100 % de umidade relativa (UR) do ar por um período de 48 h. A contagem foi feita aos 2 dias contabilizando-se, a porcentagem de plântulas normais, anormais, sementes mortas e infectadas por fungos (EMBRAPA, 2003).

Para a análise estatística, utilizou-se os dados originais aplicando-se o teste F e Scott-Knott (CANTIERI et al., 2001).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que diz respeito ao teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos (Tabela 1), a cultivar Monsoy 6410 IPRO apresentou diferença estatística com maior porcentagem de plântulas normais obtidas por ocasião da primeira contagem, embora a porcentagem de plântulas normais, anormais e infectadas por fungos tenha sido maior na cultivar Monsoy 5917 IPRO, não houve diferença estatística. Para Pollock (1974) e ISTA (2004), a umidade excessiva no acondicionamento das sementes podem limitar a aeração e prejudicar a germinação.

| Teste de germinação (%) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Cultivar | PCG | Normais | Anormais | Morta | Fungos |
| Monsoy 6410 IPRO | 90,5a | 10a | 4a | - | 6a |
| Monsoy 5917 IPRO | 63b | 22a | 17,5a | - | 19a |

Valores seguidos de mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade

Tabela 1. Porcentagem de germinação

No teste de envelhecimento acelerado (Tabela 2), a porcentagem de plântulas infectadas por fungos e a porcentagem de plântulas normais e anormais apresentaram diferença significativa entre as cultivares, embora a porcentagem de sementes mortas tenha apresentado maior valor para a cultivar Monsoy 6410 IPRO, não houve diferença estatística entre os lotes concordando com Carvalho e Nakagawa (2012), condições quentes e úmidas podem comprometer severamente a germinação e o vigor das sementes, uma vez que a respiração intensa pode consumir quase todo o material de reserva.

| Teste de envelhecimento acelerado (%) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Cultivar | Normais | Anormais | Morta | Fungos |
| Monsoy 6410 IPRO | 11,5a | 63a | 5,5a | 20b |
| Monsoy 5917 IPRO | 0b | 7,5b | 0a | 92,5a |

Valores seguidos de mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Porcentagem de germinação de sementes submetidas ao envelhecimento acelerado

Em relação a porcentagem de emergência na cultivar Monsoy 6410 IPRO (Tabela 3 e Figura 1), todos os tratamentos obtiveram maiores resultados aos 0 e 20 DAT (Dias após o tratamento de sementes) diferindo estatisticamente aos 40, 60, 80 e 100 DAT, Standak

Top e Fortenza apresentaram menores porcentagem de emergência aos 60 e 100 DAT, Dermacor apresentou diferença estatística, principalmente nos tempos de armazenamento 60, 80 e 100 DAT, Cropstar apresentou o menor porcentagem de emergência aos 100 DAT diferindo significativamente dos demais tempos de armazenamento, Cruiser, 40, 60, 80 e 100 DAT apresentou diferença significativa de 0 e 20 DAT, concordando com Fessel et al. (2003) ao verificarem que o vigor das sementes diminuiu com o aumento do tempo de armazenamento das sementes tratadas. Na testemunha, 40 e 100 DAT obtiveram menores resultados quanto à porcentagem de emergência.

| Cultivar | Tratamento | Tempo de armazenamento (Dias) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| Monsoy 6410 IPRO | 1. Standak Top | 75,7a | 73,6a | 44,5c | 25,7d | 53,5b | 22,2d |
| | 2.Fortenza | 86,1a | 73,6a | 42,4b | 22,9c | 39,6b | 13,2c |
| | 3.Dermacor | 86,8a | 77,1a | 58,3b | 36,1c | 41,7c | 17,4c |
| | 4.Cropstar | 78,5a | 81,3a | 40,3b | 42,4b | 34,0b | 9,0c |
| | 5.Cruiser | 80,6a | 70,2a | 34,7b | 27,1b | 47,2b | 19,5b |
| | 6.Testemunha | 92,4a | 91,7a | 52,8c | 69,5b | 70,8b | 41,0c |

Valores seguidos de mesma letra minúscula, na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Porcentagem de plantas emergidas nos tratamentos em função do tempo de armazenamento.

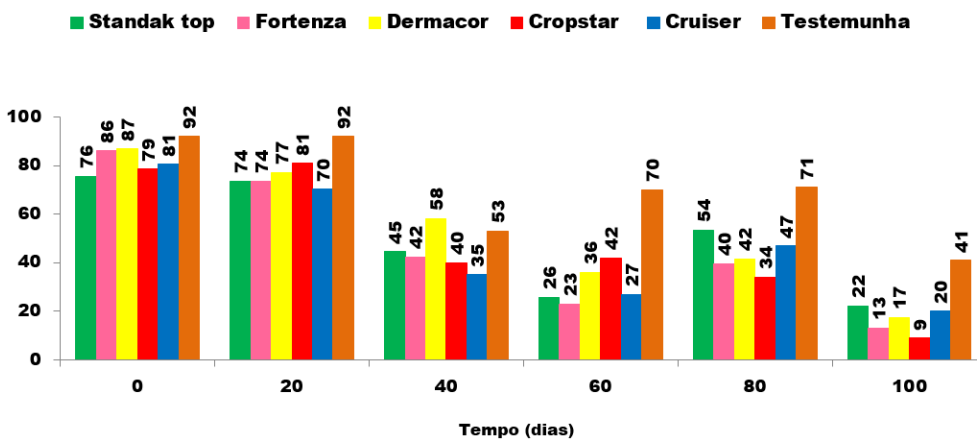



Figura 1. Porcentagem de plantas emergidas nos tratamentos em função do tempo de armazenamento para a cultivar Monsoy 6410 IPRO.

Na porcentagem de emergência da cultivar Monsoy 5917 IPRO (Tabela 4 e Figura 2), Standak Top e Cruiser apresentaram diferença estatística principalmente aos 40, 60

e 100 DAT, Fortenza aos 0 e 20 DAT diferiu estatisticamente dos demais, Dermacor e Cropstar foram superiores aos demais tempos de armazenamento somente ao 0 DAT. Para Horii et al. (2007), inseticidas como o tiametoxam podem auxiliar na rota metabólica da pentose fosfato, favorecendo a hidrólise de reservas e aumentando a disponibilidade de energia para o processo de germinação e emergência da plântula. Na testemunha houve diferença estatística principalmente aos 40 e 60 DAT e 0 DAT foi superior aos demais tempos de armazenamento.

| Cultivar | Tratamento | Tempo de armazenamento (Dias) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| Monsoy 5917 IPRO | 1. Standak Top | 77,8a | 70,8a | 28,5c | 27,1c | 50,7b | 25,0c |
| | 2.Fortenza | 74,3a | 64,6a | 16,0b | 18,1b | 18,8b | 8,4b |
| | 3.Dermacor | 75,0a | 54,2b | 9,7c | 9,1c | 14,6c | 18,1c |
| | 4.Cropstar | 85,4a | 72,9b | 25,7c | 20,9c | 27,8c | 17,4c |
| | 5.Cruiser | 75,7a | 66,0a | 12,5c | 16,7c | 24,3b | 9,0c |
| | 6.Testemunha | 89,6a | 72,2b | 37,5e | 25,7e | 56,3c | 43,8d |

Valores seguidos de mesma letra minúscula, na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Porcentagem de plantas emergidas nos tratamentos em função do tempo de armazenamento.

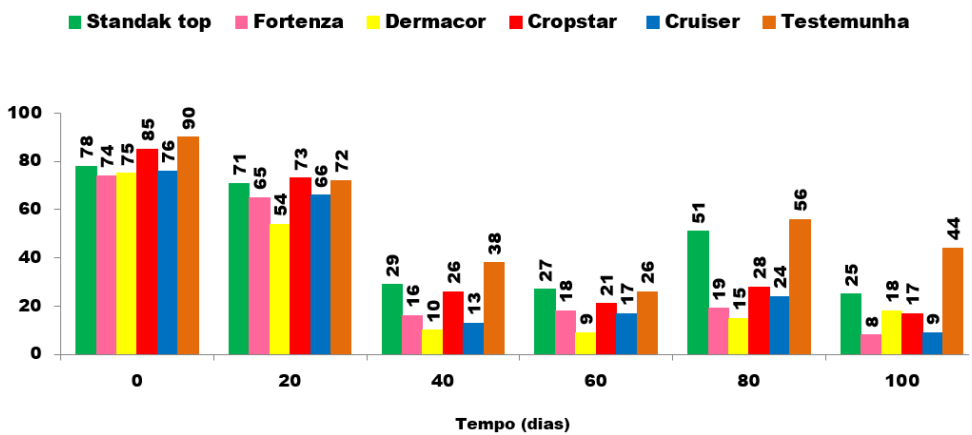



Figura 2. Porcentagem de plantas emergidas nos tratamentos em função do tempo de armazenamento para a cultivar Monsoy 5917 IPRO.

No que se refere ao teor de água em sementes da cultivar Monsoy 6410 IPRO submetida aos tratamentos com diferentes inseticidas (Tabela 5 e Figura 3), Standak Top diferiu estatisticamente principalmente aos 0, 20, e 100 DAT Fortenza e Cropstar

não apresentaram diferença estatística embora obtiveram maior valor aos 40 e 80 DAT, respectivamente, Dermacor diferiu significativamente aos 60, 80 e 100 DAT, aumentando o teor de água em função do tempo de armazenamento, Cruiser apresentou diferença estatística principalmente aos 100 DAT, a testemunha obteve maior valor aos 60 DAT, concordando com Krzyzanowski et al. (1991), valores oscilando para mais ou para menos, indica maior grau de deterioração das sementes.

| Cultivar | Tratamento | Tempo de armazenamento (Dias) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| Monsoy 6410 IPRO | 1. Standak Top | 5,4c | 5,7c | 6,7a | 6,2b | 6,2b | 5,6c |
| | 2.Fortenza | 6,1a | 5,9a | 6,9a | 5,9a | 6,3a | 5,4a |
| | 3.Dermacor | 6,2b | 6,4b | 6,5b | 7,2a | 7,5a | 7,5a |
| | 4.Cropstar | 6,2a | 5,9a | 6,3a | 6,8a | 7,4a | 6,8a |
| | 5.Cruiser | 6,2a | 5,8b | 6,3a | 6,1a | 6,2a | 5,4c |
| | 6.Testemunha | 6,0b | 6,1b | 6,0b | 6,8a | 5,8b | 6,0b |

Valores seguidos de mesma letra minúscula, na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Porcentagem de umidade dos tratamentos nos diferentes tempos de armazenamento.

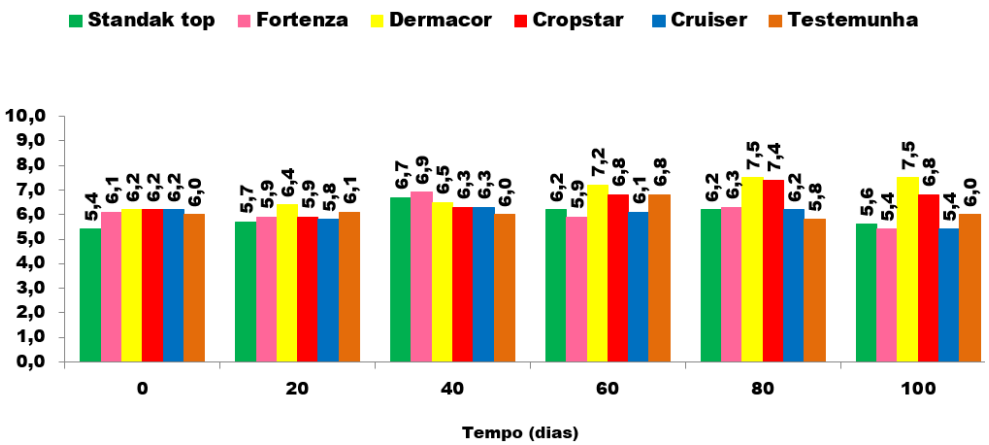



Figura 3. Porcentagem de umidade dos tratamentos nos diferentes tempos de armazenamento para a cultivar Monsoy 6410 IPRO.

A porcentagem de umidade de sementes da cultivar Monsoy 5917 IPRO submetida aos tratamentos com diferentes inseticidas (Tabela 6 e Figura 4), somente Standak Top apresentou diferença estatística no teor de umidade em função do tempo de armazenamento, oscilando os valores entre 0 e 100 DAT, para Grabe (1989), a diminuição da massa das sementes durante a secagem é devida à perda de água e outros compostos voláteis.

| Cultivar | Tratamento | Tempo de armazenamento (Dias) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| Monsoy 5917 IPRO | 1. Standak Top | 5,4b | 5,6b | 6,5a | 6,1a | 5,7b | 5,4b |
| | 2.Fortenza | 6,0a | 5,8a | 6,9a | 6,3a | 5,8a | 4,9a |
| | 3.Dermacor | 6,0a | 6,1a | 6,0a | 6,7a | 5,7a | 7,1a |
| | 4.Cropstar | 5,6a | 5,8a | 6,1a | 6,2a | 6,1a | 5,7a |
| | 5.Cruiser | 5,9a | 5,8a | 6,3a | 6,4a | 6,1a | 6,2a |
| | 6.Testemunha | 5,8a | 5,9a | 5,8a | 6,7a | 5,0a | 6,0a |

Valores seguidos de mesma letra minúscula, na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Porcentagem de umidade dos tratamentos nos diferentes tempos de armazenamento.

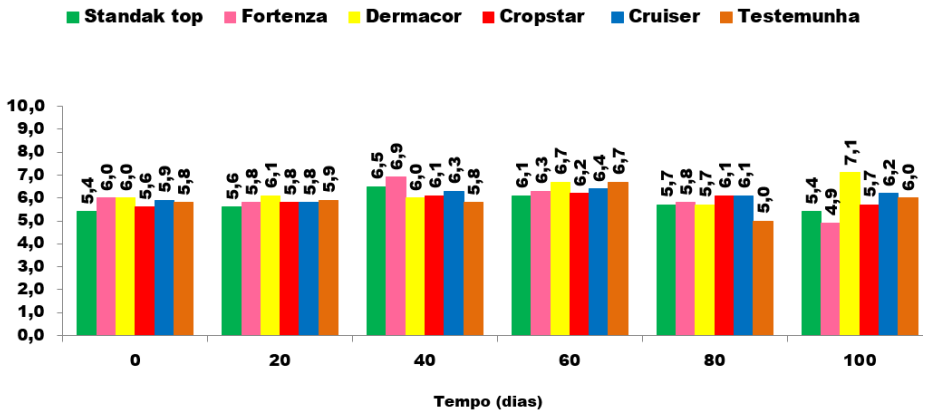



Figura 4. Porcentagem de umidade dos tratamentos nos diferentes tempos de armazenamento para a cultivar Monsoy 5917 IPRO.

## 4 I CONCLUSÕES

a) No teste de germinação, a porcentagem de plântulas normais obtidas por ocasião da primeira contagem foi maior na cultivar Monsoy 6410 IPRO, diferindo estatisticamente da cultivar Monsoy 5917 IPRO.

b) A porcentagem de sementes infectadas por fungos após serem submetidas ao envelhecimento acelerado, foi maior na cultivar Monsoy 5917 IPRO, diferindo estatisticamente da cultivar Monsoy 6410 IPRO.

c) Os diferentes tratamentos de sementes com inseticidas, diminuíram a porcentagem de plantas emergidas ao longo do tempo de armazenamento em condições ambientais não controladas, tornando inviável o tratamento e armazenamento de sementes em tempos superiores a 20 dias antes da semeadura.

d) O teor de água das sementes submetidas aos tratamentos com diferentes inseticidas oscilaram ao longo do tempo de armazenamento em condições ambientais não controladas.

## AGRADECIMENTOS

A Fundação Araucária pela concessão da bolsa de apoio e subsídio.

## REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária**. Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ ACS, 2009. 399 p.

CANTERI, M.G.; ALTHAUS, R.A.; VIRGENS FILHO, J.S.; GIGLIOTI, E.A.; GODOY, C.V. SASM-Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.1, n.2, p.18-24, 2001.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

FESSEL, S.A.; MENDONCA, E.A.F.; CARVALHO, R.V. Effect of chemical treatment on corn seeds conservation during storage. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.1, p.25-28, 2003.

GRABE, D. F. Measurement of seed moisture. In: STANWOOD, P. C.; McDONALD, M. B. **Seed Moisture**. Madison: CSSA, p.69-92, 1989.

HORII, P.M.; MCCUE, P.; SHETTY, K. Enhancement of seed vigour following insecticide and phenolic elicitor treatment. **Bioresource Technology**, v.98, n.3, p.623-632, 2007. Crossref.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. Germination. In: ISTA. **International Rules for Seed Testing**. Bassersdorf: ISTA, p.5.1- 5.5, 2004.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.2, p. 15-50, 1991.

LUDWIG, M.P.; LUCCA FILHO, O.A.; BAUDET, L.; DUTRA, L.M.C.; AVELAR, S.A.G.; CRIZEL, R.L. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, n.3, p.395-406, 2011.

PEREIRA, C.E.; GUIMARÃES, R.M.; VIEIRA, A.R.; EVANGELISTA, J.R.E.; OLIVEIRA, G.E. Tratamento fungicida e peliculização de sementes de soja submetidas ao armazenamento. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.35, n.1, p.158-164, 2011.

POLLOCK, B.M. Effect of environment after sowing on viability. In: ROBERTS, E.H. (Ed.) **Viability of seeds**. London, Chapman and Hall, p.150-171, 1974.

TAVARES, S.; CASTRO, P.R.C.; RIBEIRO, R.V.; ARAMAKI, P.H. Avaliação dos efeitos fisiológicos de thiametoxan no tratamento de sementes de soja. **Revista de Agricultura**, v.82, p.47-54, 2007.

TEKRONY, D.M. Accelerated aging test. In: HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. (Ed.) **Handbook of vigour test methods**. Zurich: International Seed Testing Association, 3.ed, p.35-50, 1995.

# CAPÍTULO 15

# VANTAGENS DA PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MUDAS DE SERINGUEIRA EM SUBSTRATO E BANCADA SUSPENSA

*Data de aceite: 03/05/2021*
*Data de submissão 05/02/2021*

**José Antonio Alberto da Silva**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/1398758607886303

**Elaine Cristine Piffer Gonçalves**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
ORCID ID – 0000-0001-5797-6264

**Antonio Lúcio Mello Martins**
APTA Polo Regional Centro Norte
Pindorama/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/1092498137289104

**Marli Dias Mascarenhas Oliveira**
APTA – Instituto De Economia Agrícola
São Paulo/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/6205294317598755

**Oswaldo Vischi Filho**
Coordenadoria De Defesa Agropecuária
Campinas/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/0022605834673448

**Ivana Marino Bárbaro-Torneli**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
ORCID ID - 0000-0002-2954-2693

**Anita Schmidek**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/3709782731891847

**Fernando Bergantini Miguel**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
ORCID ID – 0000-0002-4778-8961

**Marcelo Henrique de Faria**
APTA Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
http://Lattes.Cnpq.Br/4131019883040512

**Maria Argentina Nunes de Mattos**
Coordenadoria De Defesa Agropecuária
São José do Rio Preto/SP
ORCID ID – 0000-0003-2499-6642

**RESUMO:** A produtividade e rentabilidade dos seringais dependem fundamentalmente de manejo adequado. A produção de mudas de qualidade é fator essencial para o sucesso da implantação da cultura, dado seu período produtivo bastante longevo. As boas práticas agrícolas iniciam-se nos viveiros, desde a escolha das sementes até a comercialização das mudas. Os materiais de propagação de sementes e borbulhas devem apresentar boa qualidade física, fisiológica e sanitária, além de origem genética conhecida e comprovada. Informações sobre tecnologias para produção de mudas são essenciais para estabelecimento do cultivo, mudas de baixa qualidade comprometem o crescimento e desempenho da planta no campo. Os objetivos do presente trabalho foram: acompanhar a produção de mudas de seringueira em bancada suspensa e substrato em viveiristas na região de Barretos – SP e plantios destas mudas no campo nesta região,

para comprovação das vantagens deste novo sistema de produção.
**PALAVRAS-CHAVE:** Mudas de seringueira, rastreabilidade genética, vantagens.

## ADVANTAGES OF THE PRODUCTION AND USE OF RUBBER TREES SEEDLINGS DEVELOPED UNDER SUBSTRATE AND SUSPENDED WORKBENCH

**ABSTRACT:** The productivity and profitability of rubber plantations fundamentally depend on proper handling. The production of quality seedlings is an essential factor for the successful implantation of the crop, given its long-lived productive period. Good agricultural practices start in nurseries, from the choice of seeds to the commercialization of seedlings. The propagation material of seeds and bubbles must present good physical, physiological and sanitary quality, in addition to the known and proven genetic origin. Information on technologies for seedling production is essential for establishing the crop, low quality seedlings compromise the growth and performance of the plant in the field. The objectives of this work were: to monitor the production of rubber tree seedlings in suspended bench and substrate in nurseries in the region of Barretos - SP and planting these seedlings in the field in this region, to prove the advantages of this new production system.
**KEYWORDS:** Rubber tree seedlings, genetic traceability, advantages.

## 1 I INTRODUÇÃO

Após a publicação da Instrução Normativa nº 29 em 05 de agosto de 2009, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sobre produção e comercialização de mudas de seringueira (BRASIL, 2009), o estado de São Paulo, num trabalho conjunto da Coordenadoria de Defesa Agropecuária e da UNESP (Jaboticabal e Botucatu) iniciou um levantamento em viveiros de mudas de seringueira nas regiões de maior produção no estado, onde, constatou-se que 74% das amostras de raízes das mudas dos viveiros de chão, estavam contaminadas com nematóides. A partir disto, em 22 de novembro de 2013 foi publicada a Resolução 154 da SAA- SP, em atendimento à Normativa Federal e em benefício e proteção tanto de Viveiristas quanto de Heveicultores no que tange a sanidade e qualidade genética das mudas. Para que o Viveirista não corra risco de ter sua produção comprometida, a Resolução estadual exige que as mudas sejam em bancada suspensa e utilizando-se substrato visto que é quase impossível produzir no solo, mudas sem nematóides. Se no laudo apresentado pelo viveirista, houver a constatação de nematóide, estas deverão ser queimadas, o que geraria um prejuízo grande ao viveirista. Por outro lado, o produtor rural também estará sendo beneficiado, pois na maioria das vezes é através das mudas que ocorre a disseminação de nematóides prejudiciais a seringueira, na sua propriedade. A nova proposta de produção de mudas de seringueira no sistema de bancadas e substrato, prevê a existência de rastreabilidade da comprovação genética de sementes, das borbulhas e das mudas. Melhor qualidade genética dos materiais reprodutivos, melhor qualidade fitossanitária das mudas, vigoroso

sistema radicular, precocidade na produção das mudas, melhor pegamento das mudas em plantio de campo são requisitos fundamentais para implantação e uniformidade do seringal (BRITO, 2013). O método tradicional de cultivo de mudas de seringueira (viveiro de chão) apresenta pontos negativos como: perda de raízes ao arrancá-las do solo para plantio definitivo; falta de herbicida seletivo, alto custo para controle, sendo necessária a proteção da muda na aplicação; os tratos culturais em viveiros em nível de solo são mais onerosos e demandam uso intensivo de mão-de-obra em posição desconfortável, sendo menos produtiva; riscos relativos à disseminação de nematóides ou plantas daninhas presentes no solo, podendo afetar o desempenho do futuro do seringal (ZAMUNÈR FILHO et al., 2012). Por outro lado, a produção e utilização de mudas de seringueira produzidas em bancada suspensa e substrato, apresenta inúmeras vantagens como: rastreabilidade das sementes, das borbulhas e das mudas; melhor qualidade genética dos materiais reprodutivos; melhor qualidade fitossanitária das mudas; vigoroso sistema radicular; precocidade na produção das mudas; melhor "pegamento" das mudas no plantio de campo e maior uniformidade do seringal (MARTINS et al; 2013, BRITO et al; 2017). Gonçalves et al. (2017), identificaram os fatores principais para se obter sucesso na produção de mudas de seringueira utilizando-se substrato e bancada. De acordo com Oliveira et al (2017), o custo de produção da muda de bancada supensa é de R$ 4,17 e, o valor que as mesmas vêm sendo comercializadas no estado de São Paulo, varia entre R$ 8,00 a R$ 10,00 por muda.

## 2 I MATERIAL E MÉTODOS

Durante cinco anos consecutivos, foram feitos acompanhamentos em Viveristas que produziram mudas de bancada suspensa em São Paulo, principalmente na região de Barretos, para comprovar as inúmeras vantagens que este tipo de muda apresenta em comparação as mudas produzidas convencionalmente (mudas de chão).

Além disto, no período, foram realizados experimentos pela equipe da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo e acompanhamento de áreas que foram implantadas utilizando-se mudas de seringueira de bancada suspensa, para que se pudesse comprovar as principais vantagens desta com relação à produção de mudas tradicionais (produzidas na terra). Os pontos analisados foram: as unidades de produção (viveiros) eram cadastradas e possuíam RENASEM, onde havia sido feita aquisição de material genético para produção das mudas, qualidade sanitária (disseminação de pragas e doenças) limitantes à cultura da seringueira, sistema radicular das mudas. A implantação de novos seringais utilizando este tipo de mudas também foi estudada para que fosse determinado as vantagens que estas oferecem aos produtores em comparação as mudas convencionais, neste aspecto, levou-se em consideração: transporte e distribuição destas no campo (tempo, rendimento, não destorroamento), pegamento das mesmas, porcentagem de replantio, desenvolvimento no campo, uniformidade do seringal.

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante este período estudos sobre as vantagens das mudas de bancada e substrato foram feitas tanto no âmbito da produção como no da utilização, sendo elas bastante importantes no sistema de produção, visto que a cultura é perene, e que a muda de boa qualidade é fator primordial para garantir sucesso do futuro seringal. Neste sentido alguns pontos relevantes neste processo são:

Perfil do viveirista: com o novo modelo de produção de mudas, os viveiristas que atualmente se encontram no mercado, são mais tecnificados e conscientes quanto aos critérios de produção se atentando para mudas de maior qualidade. No sistema convencional, qualquer um, produzia mudas de seringueira, com o crescimento e expansão da cultura, surgiram muitos, que estavam produzindo mudas até em terrenos nas cidades, sem se preocupar com a qualidade das mudas produzidas. Cadastramento dos viveiros: inúmeros viveiros de seringueira (mudas de chão) estavam produzindo clandestinamente, sem cadastro nos Órgãos Governamentais (MAPA e CDA), em contra partida, todos os viveiros suspensos encontram-se devidamente cadastrados, e desta forma, cumprindo toda obrigatoriedade que isto impõe sobre as normas de produção. Aquisição do material genético para produção das mudas (sementes, borbulhas): os viveiristas que migraram para o novo sistema desde a compra das sementes, procuravam adquirir material genético de campos de sementes Cadastrados no MAPA e na CDA, bem como, borbulhas de jardins clonais regularizados. No sistema convencional havia coleta de sementes em qualquer local e o material utilizado para propagação genética (borbulha) era adquirido sem exigência de comprovação de origem genética. Além destes benefícios o sistema de produção de mudas em bancada suspensa e substrato apresenta outras vantagens com relação à ergonometria (posição de trabalho dos funcionários). Os mesmos trabalham numa posição mais cômoda e favorável desde a semeadura, repicagem, enxertia e comercialização das mudas (Figuras:1, 2 e 3). No quesito controle de plantas daninhas, o fato do substrato ser inerte, reduz a mão de obra para controle do “mato” e a utilização de herbicidas.

Figura 1: Semeadura no germinador

Figura 2: Repicagem das plântulas para as sacolas

Figura 3: Realização da enxertia dos porta-enxertos de seringueira

Porém, o maior benefício do sistema, é: evitar a disseminação de nematóides (pragas consideradas limitantes à cultura da seringueira) de acordo com Oliveira e Oliveira, 2019. No sistema convencional (mudas de chão) é quase impossível produzir uma muda isenta de nematóides, por outro lado, o uso de substrato, e de técnicas de manejo, garantem que uma muda assim produzida, não tenha contaminação. Como a maioria dos viveiros é no chão e sempre no mesmo lugar, a população de nematóides vem aumentando exponencialmente e os prejuízos estão se refletindo no campo e no bolso dos produtores. Nos últimos 5 anos seringais em diferentes regiões tem sofrido com ataque de nematóides e em alguns casos, nematóides associados à outros fungos (*Coletotrichum e Lassiodiplodia*) e coleobrocas. Estes ataques e interações tem feito com que alguns produtores perdessem números de plantas consideráveis e os estudos, tem apontado que a maior causa desta disseminação tem sido através da aquisição de mudas contaminadas (COELHO 2017). Já na implantação dos seringais, as vantagens começam no carregamento, descarregamento, transporte e distribuição no campo. As sacolas são mais leves e o rendimento destas atividades é maior, devido ao abundante sistema radicular (Figura4), estas mudas não destorroam quando são transportadas e distribuídas no campo. O pegamento das mesmas é muito superior ao das mudas convencionais (mudas produzidas no chão) e a necessidade de replantio muito menor (de 1 a 3 % de replantio), reduzindo os custos de implantação e garantindo a homogeneidade do seringal. O desenvolvimento das mudas no campo e a uniformidade do

seringal são superiores aos plantios convencionais (Figura 5).

Figura 4: Abundante sistema radicular quando comparado à muda convencional.

Figura 5: Homogeneidade do plantio, desenvolvimento das plantas.

## 4 I CONCLUSÕES

As principais vantagens das mudas de bancada suspensa são: sanidade e rastreabilidade genética. Além disto, este sistema, proporciona mudas com elevado desempenho no campo em virtude do amplo sistema radicular que apresentam quando comparadas às mudas produzidas no chão e antecipação de entrada de sangria e retorno de investimento.

## AGRADECIMENTOS

Ao Eng. Agronômo Paulo Fernando de Brito, diretor aposentado da CDA – Barretos, que iniciou todos os trabalhos da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo, sobre produção de mudas de bancada suspensa;

À Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro e aos Engenheiros Agronômos: Eduardo Toller Reiff e Luiz Gustavo Parolin, por todo apoio nos experimentos que foram realizados dentro da E.E.C.B;

Às empresas: BioCross e Produqímica pela participação, juntos aos experimentos que foram realizados na E.E.C.B;

Aos Viveiristas e Produtores que auxiliaram nas pesquisas e nos deixaram acompanhar seus Viveiros de Produção e as áreas de plantio;

Aos técnicos da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo e técnicos independentes que trabalham no setor heveícola;

## REFERÊNCIAS

A IMPORTÂNCIA da borracha natural. **Instituto Agronômico (IAC)**. Campinas, 2015. Disponível em: http://iac.impulsahost.com.br/areasdepesquisa/seringueira/importancia.php. Acesso em: 22 jun. 2017.

BRASIL, MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 29, 05 de agosto de 2009.** Dispõe sobre as normas para a produção de sementes e de mudas de seringueira (Hevea spp).

Brito, P. F. **Produção de mudas de seringueira em bancadas e substrato.** III Encontro Técnico Nacional de Heveicultura, 21 e 22 de novembro de 2013, Barretos(SP).

Brito, P.F, Martins, A. L. Mello.; DeLuca, C. A.; Gonçalves, E. C. P. **Produção de mudas de seringueira em bancadas e substrato.** 2017, 52p. Campinas (SP).

COELHO, L. **Morte descendente de plantas de Seringueira (Hevea brasiliensis) e origem de mudas**. São Paulo: Defesa Agropecuária, jan. 2018. 7 p. (Nota Técnica).

GONÇALVES, E. C. P.; MARTINS, A. L. M.; DELLA NINA, L. C. Diagnóstico dos viveiros suspensos de mudas de seringueira no estado de São Paulo. **Pesquisa & Tecnologia**, Campinas, v. 14, n. 2, p. 1-12, 2017

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA. **Banco de dados**. São Paulo: IEA, 2019. Disponível em: http://www.iea.sp.gov.br/out/bancodedados.html. Acesso em: fev. 2019.

MARTINS, A. L. MELLO.; DELUCA, C. A.; GONÇALVES, E. C. P.; BRITO, P.F. **Produção de mudas de seringueira em bancadas e substrato.** 2013, 17p. Campinas (SP).

PAES-TAKAHASHI, V. S. et al. Ocorrência de nematoides em viveiros de produção de mudas de seringueira no estado de São Paulo. **Nematropica**, s. l., v. 46, n. 2, p. 132-137, 2016.

OLIVEIRA, M. D. M. et al. Custo de implantação, produção e rentabilidade do cultivo da seringueira no estado de São Paulo, 2016. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 47, n. 1, p. 31-49, jan./mar. 2017.

OLIVEIRA, M. D. M.; OLIVEIRA, C.M.G. **Nematóides em Seringueiras: Um relato de baixa rentabilidade.** Análises e Indicadores do Agronegócio, v. 14, n.7, julho 2019.

RIPPEL, M.M; BRAGANÇA, F.C**. Borracha Natural e nanocompósitos com argila**. Quím. Nova, v. 32, n.3, pg. 818-826, 2009.

ZAMUNÉR FILHO, A. N.; VENTURIN, N; PEREIRA, A. V.; PEREIRA, E. B. C.; MACEDO, R. L. G. Doses of controlled-release fertilizer for production of rubber tree rootstocks. **Revista Cerne**, Lavras-MG, v.18, n.2, p.239-245, 2012.

# CAPÍTULO 16

# ÍNDICE DE CLOROFILA EM *Acmella oleracea* SUBMETIDO À CONDIÇÕES DE ESTRESSES POR SALINIDADE E SECA

*Data de aceite: 03/05/2021*
*Data de submissão: 05/02/2021*

**Jhonatah Albuquerque Gomes**
Universidade Federal Rural da Amazônia
Capanema-PA
http://lattes.cnpq.br/3551741764979279

**Rafael Magalhães de Aragão**
Universidade Federal Rural da Amazônia
Capanema-PA
http://lattes.cnpq.br/4991886853359622

**Pedro Moreira de Souza Júnior**
Universidade Federal Rural da Amazônia
Capanema-PA
http://lattes.cnpq.br/3194428833833524

**Marília de Freitas Cabral Aragão**
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza-CE
http://lattes.cnpq.br/7071237462670046

**Evely Juliana da Silva Oliveira**
Universidade Federal Rural da Amazônia
Capanema-PA
http://lattes.cnpq.br/3556071431339880

**Danielle Siqueira da Silva Margalho**
Universidade Federal Rural da Amazônia
Capanema-PA
http://lattes.cnpq.br/5087838111907178

**RESUMO:** O Jambu (*Acmelllla olleracea*) é uma hortaliça comum na região amazônica amplamente cultivada no estado do Pará. Sua produção é bastante intensa na região Norte do País, devido as condições ambientais apresentarem elevadas temperaturas e umidade e, percebe-se, que grande parte dos cultivos ocorrem sob condições preservadas, adotando os próprios locais de ocorrência natural da espécie como sítios de produção, principalmente, por pequenos agricultores. Entretanto, pouco é compreendido se o jambu cultivado sob condições contrastantes, ou seja, fora das características ambientais desejáveis e naturais, podem apresentar melhorias ou não em suas propriedades químicas e em seu índice de clorofila. O presente estudo teve como objetivo avaliar o índice de clorofila no jambu sob condições abióticas contrastantes.

**PALAVRAS-CHAVE**: Jambu, clorofila, salinidade e déficit hídrico

## CHLOROPHYLL INDEX IN *Acmella oleracea* SUBMITTED TO SALINITY AND DROUGHT STRESS CONDITIONS

**ABSTRACT:** Jambu (*Acmelllla olleracea*) is a common vegetable in the Amazon region, widely cultivated in the state of Pará. Its production is possible due to environmental conditions such as high temperatures and humidity. A large part of its production occurs in preserved environmental conditions, adopting the natural occurrence of the species as a place of production, mainly by small and family farmers. However, little is known if jambu species can be grown under contrasting environmental conditions, mainly under different environmental characteristics such as salinity and drought. Thus, it is necessary to understand

whether this species has satisfactory answers about its chemical properties and, particularly, its chlorophyll index. Therefore, the study aimed to evaluate the chlorophyll index and fresh biomassin under two abiotic conditions, salinity and drought.
**KEYWORDS:** *Acmella oleracea*, chlorophyll, salt stress and water deficit

## 1 I INTRODUÇÃO

O Jambu (*Acmella oleracea*) é uma planta nativa do Brasil, com grande valor cultural na gastronomia amazônica, principalmente, para o estado do Pará e, de grande destaque nas áreas cosméticas e farmacêuticas devido suas propriedades químicas (VILLACHICA *et al*., 1996). Por ser uma planta típica de clima tropical úmido, sua produção é bastante intensa na região Norte do País, devido as condições ambientais apresentarem elevadas temperaturas e umidade.

Alguns estudos biométricos relatam que esta cultura pode atingir até 40 cm de altura com características de espécie herbácea, raízes ramificadas e a sua reprodução pode se dar tanto por semente, quanto por estaquia (ALBURQUERQUE, 1989). No caso de reprodução por sementes, a germinação ocorre entre 5 ~ 7 dias e o seu ciclo se completa em aproximadamente 90 dias (Sawaki, 2000).

Em termos eco fisiológicos, a maior parte das terras cultiváveis do mundo encontra-se sob algum tipo de estresse ambiental, sendo que somente cerca de 10% delas podem ser consideradas livres destes estresses (MONTEIRO, 2008). Isso pode ser mais agravante quando analisamos os ecossistemas que, mesmos que ainda preservados, não estão livres de sofrerem os efeitos dos estresses abióticos e, consequentemente, poderá resultar na extinção de espécies nativas de seus locais naturais. Paralelamente, quando consideramos a cultura do jambu na região Norte do Brasil, percebe-se que ainda podemos encontrar o seu cultivo sob condições preservadas, na qual os próprios locais de ocorrência natural da espécie são utilizados como sítios de produção por pequenos agricultores, mesmo que de forma tecnificada (GUSMÃO, 2011). Contudo, devido ao destaque das propriedades gastronômicas e farmacêuticas desta espécie, a sua produção tecnificada foi também intensificada, como uma solução alternativa para alavancar a sua comercialização.

Uma temática importante para a cultura do jambu é natureza de suas folhas, pois as mesmas são as mais utilizadas no consumo alimentar. Contudo, a busca por informações fisiológicas a respeito das folhas de jambu ainda é escassa, principalmente, sob condições ambientais específicas. A exemplo temos as características das moléculas de clorofila, nas quais são os principais pigmentos responsáveis pela captação da energia luminosa para fotossíntese, bem como na obtenção da energia química na forma de ATP e NADPH para a fixação do carbono (Taiz & Zeiger, 2017). Neste sentido, a determinação dos teores de clorofila da folha é um tema importante, pois a atividade fotossintética auxilia, direta e indiretamente, na liberação de esqueletos de carbono para a síntese de moléculas com

propriedades gastronômicas e farmacológicas, como por exemplo o espilantol. Logo, o estudo fisiológico das folhas é de grande importância para o estabelecimento desta cultura, principalmente, pelo seu principal atrativo comercial que é a própria folha.

Em outros aspectos, podemos citar os estresses abióticos, pois os mesmos podem afetar a produção vegetal, principalmente, se esta for cultivada em ambientes distintos de sua naturalidade, sendo que muitas vezes esses estresses são completamente desconhecidos ("estresse invisível") induzindo uma interação genótipo x ambiente (CASTRO, 2001; LOPES et al., 1997). Entretanto, para que qualquer produção vegetal obtenha sucesso na produção de biomassa, seja em quantidade e/ou qualidade, é necessário conhecer as melhores condições ambientais e eco fisiológicas da espécie cultivada (PINA, 2015).

Assim como a maioria das espécies vegetais amazônicas, o jambu é uma planta que requer água disponível e apresenta redução do desenvolvimento em solos secos e compactados (Villachica,1996). Além disso, sabe-se que para a produção de mudas de jambu, os solos devem serem bem drenados e ricos em nutrientes (CARDOSO; OLIVEIRA, 2004). No entanto, poucos estudos reportam os motivos fisiológicos pelos quais está espécie apresenta sensibilidade às condições hídricas e minerais dos solos.

Mesmo sob por se tratar de uma região úmida, a Amazônia, especialmente, na região nordeste do estado do Pará, apresenta períodos de sazonalidade entre período chuvoso e o período seco, na qual os solos passam a apresentarem potenciais hídricos mais negativos e, consequentemente, o aumento da concentração de sais no solo. Considerando que o Nordeste do Pará possui estas características ambientais, o presente estudo objetivou avaliar os índices de clorofila em folhas de jambu submetidos a dois níveis de fatores de estresse, seca e salinidade.

## 2 I METODOLOGIA

O estudo experimental foi conduzido na região Nordeste do estado do Pará, no município de Igarapé-Açu, onde encontra-se instalada a Fazenda Escola de Igarapé-Açu (FEIGA) da Universidade Federal Rural da Amazônia. Em termos de clima, a temperatura desta cidade varia de 22 °C a 32 °C e raramente é inferior a 21 °C ou superior a 34 °C, destacando também que, a região fica encoberta por nuvens, cerca de 18% ao dia, com uma média de precipitação anual de 404 milímetros; a sensação de umidade nesta cidade, pode ser considerada como abafado, opressivo ou extremamente úmido, sem variações abruptas, permanecendo cerca de 100%, o ano inteiro (MERRA, 2018).

Para a produção das mudas de jambu, realizou-se a semeadura em bandejas com 50 células contendo como substrato areia: compostagem de rejeito de caroço do açaí (1:1). Após o período de germinação (5-7 dias/ DAS), as mudas passaram por um período de independência e amadurecimento dos cotilédones (15 dias) e, posteriormente, foram transplantadas definitivamente para vasos com volume de 10 litros, perfazendo duas plantas/

vaso. O experimento teve uma duração de 90 dias considerando o início da semeadura. Os estresses abióticos aplicados foram: (1) controle, (2) déficit hídrico e (3) salinidade. Para o tratamento para déficit hídrico, a irrigação foi controlada tendo como método a suspensão da rega, na qual a molhação com água destilada ocorreu em intervalo de 48 h, em volumes de 300 mL por vaso. O tratamento de salinidade foi realizado com irrigação diária de 400 ml de água contendo 100 mM de cloreto de sódio (NaCl) e o tratamento controle (referência) consistiu da aplicação diária de 400 ml de água destilada.

Para o cálculo dos volumes diários de irrigação por vaso, utilizou-se o método da curva de retenção de água, considerando a características do substrato. Os vasos continham como substrato uma mistura de solo (Latossolo amarelo distrófico, predominante na região): compostagem de rejeito de caroço do açaí: cama de frango, na proporção de 3:1:1. A coleta de dados foi realizada semanalmente, através de mensurações biométricas. Os índices de clorofila foram obtidos com o auxílio do equipamento Medidor portátil modelo SPAD-502 usando a diferença de densidade ótica de dois comprimentos de onda (Índice SPAD). Todos os resultados foram submetidos a uma análise de variância e teste de tukey, a 5% de significância.

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os testes estatísticos evidenciaram que os três tratamentos (controle, salinidade e estresse hídrico) não apresentaram discrepâncias para o índice SPAD de clorofila (tabela 1). Contudo, no tratamento de salinidade foi observado redução significativa do teor de clorofila com leituras médias de 38,06. Estudos elaborados por Engel e Poggiani (2012) utilizando a cultura de milho híbrido pionner, para fins de comparar o teor de clorofila laboratorial com o teor de clorofila obtidos por medidor portátil, observaram que em solos onde havia alto teor de NaCl retidos na matriz do solo, o nível de clorofila foi reduzido.

| Tratamentos | Índice de clorofila/significância |
|---|---|
| Controle | 39,78 AB |
| Seca | 43,23 A |
| Salinidade | 38,06 B |

Tabela 1: Análise estatística da significância do teor de clorofila (índice SPAD). Diferentes letras maiúsculas representam diferença significativas de biomassa fresca entre os tratamentos ($p<0,05$).

O elemento sódio $Na^+$ pode aumentar a espessura da dupla camada iônica difusa, o que facilita a expansão das argilas, reduzindo o espaço poroso, e assim dificultando a drenagem de água no solo. O $Na^+$ pode também reduzir a absorção de água para a planta,

uma vez que reduz o potencial de solutos do solo, bem como de nutrientes importantes para o desenvolvimento da planta, como o magnésio $Mg^{2+}$, que participa da composição da molécula de clorofila. Neste caso, os cátions $Na^{+}$ e $Mg^{2+}$ podem competir por sítios de absorção radicular. Além disso, fisiologicamente, o excesso de NaCl pode influenciar no balanço de íons, potencial hídrico, nutrição mineral, fechamento estomático, eficiência fotossintética e alocação e utilização de carbono (Flower et al., 1986; Bethke & Drew, 1992).

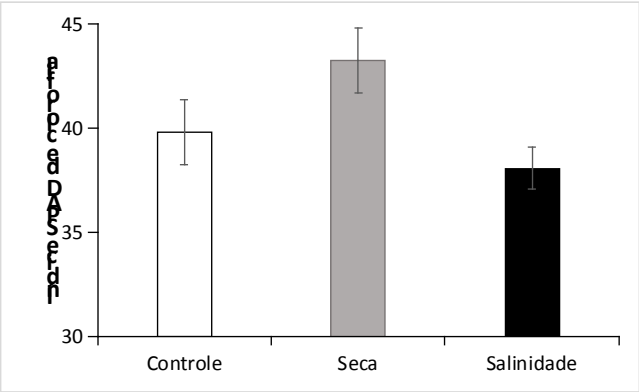



Figura 1: gráfico contendo a representatividade do índice SPAD de clorofila dentre os tratamentos acompanhados do desvio padrão amostral.

O tratamento de salinidade apresentou maior teor de clorofila, com índice SPAD 43,23±1,5. Esses dados corroboram com Silva et al. (1998), na qual estudando a variação diurna da transpiração do amendoim irrigado e não irrigado, observaram que o máximo teor de clorofila foi encontrado no tratamento que recebeu menor quantidade de água. Isso evidencia que, sob condições de deficiência hídrica, a abertura dos estômatos não ocorre somente em resposta à radiação solar, mas, sobretudo, em função do potencial hídrico do solo, conforme Dube et al. (1974). Segundo Turner (1974), a redução do potencial hídrico concentra o nível de solutos no solo, causando a redução de absorção de nutrientes essenciais, como o N, que é responsável por parte da cor verde presente nas folhas. Em nosso estudo, o tratamento controle mostrou índice de clorofila 38,78±1,5 não apresentando diferença significativa ($p>0,05$) ao tratamento de estresse salino 38,06±1,1.

O teor de biomassa fresca para folha, caule e raiz foi maior para o tratamento de controle, seguido de salinidade e seca, respectivamente (Figura 2). Os dados apontam que o jambu apresentou menor sensibilidade à salinidade, haja vista que, este tratamento apresentou uma média de biomassa de 406 g/planta, muito próximo ao controle que apresentou média de 475g/planta. As plantas submetidas à seca apresentaram apenas uma média de 333g/planta. Segundo Viégas (2011), são característicos de latossolos em condições naturais, apresentar os macros e micronutrientes que são essenciais para as

plantas, entretanto, estes nutrientes podem permanecerem adsorvidos ao solo, caso a disponibilidade de água seja reduzida no mesmo. Ressalta-se que a limitação de água foi mais limitante ao ganho de biomassa em comparação ao estresse salino induzido NaCl, contribuindo para uma diferença significativa entre controle, seca e salinidade para biomassa fresca de folhas e caules. A exceção ocorreu para a biomassa fresca de raiz, que não diferiu entre controle e salinidade, mas somente em comparação ao tratamento de seca.

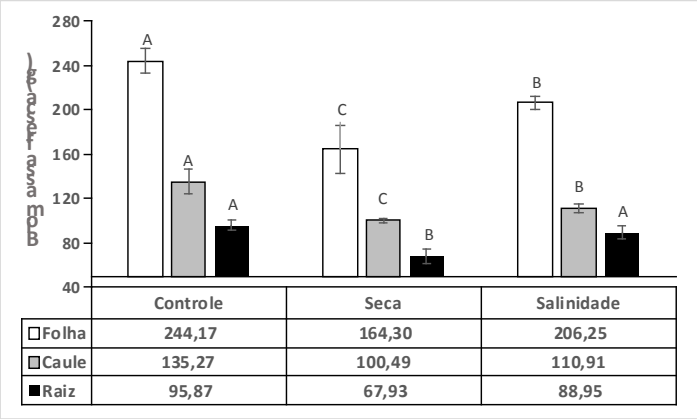



Figura 2: Produção de biomassa fresca em jambu. Diferentes letras maiúsculas representam diferença significativas de biomassa fresca entre os tratamentos (p<0,05).

## 4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo mostra que plantas de jambu modulam seus níveis de clorofila em condições de estresse abiótico por déficit hídrico e seca, com maior redução de biomassa. Contudo, a condição induzida pela seca foi mais limitante do que o estresse salino no desenvolvimento de biomassa fresca de *Acmella oleraceae.*

## REFERÊNCIAS

Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/93492 Acesso em:<<10/08/2018>.

ALBURQUERQUE, J. M. **Plantas medicinais de uso popular**. Brasília, DF: ABEAS; MEC, 1989. 96p.

ANDRADE, F. M. C. de; CASALI, V. W. D. **Plantas medicinais e aromáticas: relação com o ambiente, colheita e metabolismo secundário**. Viçosa: UFV, 1999. 139 p.

BAKER, B. P. et al. **Pesticide residues in conventional, integrated pest management (IPM)- grown and organic foods: insights from three US data sets**. Food additives and Contaminats, v. 19, n. 5, p. 427- 446, 2002.

CARDOSO, M. O.; GARCIA, L. C. Jambu. In: CARDOSO, M. O. (Coord.). **Hortaliças não convencionais da Amazônia**. Manaus: EMBRAPA, CPAA, 1997. p. 133-140.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A**. Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002. 396 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípio e aplicações**. 2.0 ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípio e aplicações**.

Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1989. 201 p.

MOREIRA, V. M. T.S. et al. **Atividade farmacológica do jambu do Pará. Ciência e Cultura**, v. 39, p. 801, 1987.

SAWAKI, H. K. **Estudo de sintomas de deficiências de macro e micronutrientes em plantas de jambu(Spilanthes oleracea L.) variedade Branco ou Jambuarana**. 2000. 52 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

VILLACHICA, H. et al. **Frutales y hortalizas promissórios de la Amazônia**. Lima: TCA; Secretaria Protempore, p. 322- 327, 1996.

MERRA, 2018: Disponível em> https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/> Acesso em: 22/11/2018

# CAPÍTULO 17

# ANÁLISE MULTIVARIADA NO ESTUDO DA INTERAÇÃO CULTIVARES, BACTÉRIAS E MICRONUTRIENTES NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE SOJA

*Data de aceite: 03/05/2021*
*Data de submissão 05/02/2021*

**Anita Schmidek**
Apta Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
Http://Lattes.cnpq.br/3709782731891847

**Ivana Marino Bárbaro-Torneli**
Apta Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
Orcid Id - 0000-0002-2954-2693

**Elaine Cristine Piffer Gonçalves**
Apta Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
Orcid Id – 0000-0001-5797-6264

**Fernando Bergantini Miguel**
Apta Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
Orcid Id – 0000-0002-4778-8961

**José Antonio Alberto da Silva**
Apta Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
Http://Lattes.cnpq.br/1398758607886303

**Marcelo Henrique de Faria**
Apta Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
Http://Lattes.cnpq.br/4131019883040512

**Regina Kitagawa Grizotto**
Apta Polo Regional Alta Mogiana
Colina/SP
Http://Lattes.cnpq.br/2809175495850519

**Marcelo Ticelli**
Upd
Tatuí/SP
Orcid Id – 0000-0003-0751-6512

**RESUMO:** O presente trabalho objetivou estudar os efeitos da interação entre cultivares, tipos de bactérias e aplicação ou não de micronutrientes no desenvolvimento inicial (germinação, parâmetros de crescimento e nodulação) de plântulas cultivadas em vasos com solo de área experimental já cultivado com a cultura, em casa de vegetação. Os experimentos foram instalados no Pólo Alta Mogiana - APTA, situado em Colina/SP. Os 32 tratamentos testados seguiram o esquema fatorial 4x4x2, que constituíram da combinação de quatro cultivares de soja, quatro tipos de bactérias e ausência ou presença de aplicação de micronutrientes nas sementes em delineamento em blocos casualizados. As avaliações foram realizadas aos 5, 8 e 32 dias após a semeadura. As análises multivariadas complementaram o presente trabalho com informações adicionais relevantes com concordância nas duas abordagens de componentes principais e método de agrupamento de k-means. Os tratamentos que envolveram as cultivares 5D634 RR e NS 7338 IPRO tanto na inoculação tradicional como na co-inoculação e na ausência de aplicação de micronutrientes nas sementes se destacaram e foram superiores quanto a germinação, nodulação e variáveis de desenvolvimento inicial de soja.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Glycine max* (L), *Azospirillum*, *Bradyrhizobium*, cobalto, molibdênio

## MULTIVARIATE ANALYSIS IN THE STUDY OF CULTIVARS, BACTERIA AND MICRONUTRIENTS INTERACTION IN THE INITIAL DEVELOPMENT OF SOYBEAN

**ABSTRACT:** The following work was to study the effects of interaction between cultivars, bacterial types and application of micronutrients in the initial development (germination, growth and nodulation parameters) of seedlings grown under pots with soil of experimental area already cultivated with the crop, in greenhouse. The experiments were installed, at the Polo Alta Mogiana- APTA, located in Colina/SP. The 32 treatments tested followed the 4x4x2 factorial scheme, which consisted of the combination of four soybean cultivars, four types of bacteria and absence or presence of micronutrient application in the seeds. In experiments in pots it was a randomized block design. The multivariate analysis complemented the present work with relevant additional information with concordance in the two main component approaches and k-means grouping method. The treatments involving the cultivars 5D634 RR and NS 7338 IPRO in the traditional inoculation as well as the co-inoculation and in the absence of application of micronutrients in the seeds stood out and were superior as regards the germination, nodulation and initial developmental variables of soybean.
**KEYWORDS:** *Glycine max* (L), *Azospirillum*, *Bradyrhizobium, cobalt, molibdenium.*

## 1 I INTRODUÇÃO

O Brasil e a Argentina, ocupam posição de destaque quando o tema é o desempenho satisfatório do processo de fixação biológica de nitrogênio em soja, sendo que esta prática permite a obtenção de produtividades que ultrapassam 5000 kg $ha^{-1}$ (LIBÓRIO, 2019).

Com a finalidade de maximizar os ganhos obtidos com a inoculação, a quase uma década, foi validada pela pesquisa uma nova ferramenta, denominada de coinoculação ou inoculação mista. A prática de coinoculação, consiste na junção de inoculantes contendo as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e do gênero *Azospirillum brasilense*.

O gênero *Azospirillum*, pertence ao grupo das bactérias promotoras de crescimento vegetal de plantas (BPCP), que possuem como principais características a capacidade de fixação biológica de nitrogênio, o aumento da atividade da redutase do nitrato quando crescem endofiticamente nas plantas e a produção de fitohormônios como auxinas, citocininas, giberelinas e etileno (TIEN et al., 1979; BOTINI et al., 1989; STRZELCZYK; KAMPERT, 1994; CASSÁN et al., 2008; HUERGO et al., 2008). Nesse gênero específico de bactérias, não existe o estímulo para produção de nódulos nos vegetais, optando por colonizar áreas superficiais (TORTORA et al., 2012), ou mesmo, se locomover internamente via xilema e floema (RONCATO-MACCARI et al., 2003).

As auxinas ou mais especificamente o ácido 3-indol acético (AIA), apresentam diversas funções no crescimento e desenvolvimento das plantas, estando presente na maioria dos estádios do ciclo de vida de um vegetal, da germinação a senescência. Este grupo hormonal regula alguns processos, tais como: dominância apical, abscisão foliar, formação de raízes laterais e diferenciação vascular (TAIZ; ZEIGER, 2013). Segundo os

mesmos autores giberelinas e citocininas estão diretamente ligadas ao alongamento celular e a juvenilidade da planta, acarretando incremento de porte e longevidade do vegetal.

Por sua vez, os micronutrientes Cobalto (Co) e Molibdênio (Mo) possuem grande importância no processo de FBN. O Co na fixação biológica atua na coenzima cobamida, precursora da leghemoglobina e, portanto, indispensável ao processo biológico. Salienta-se que um cuidado especial deve ser dado no fornecimento desse micronutriente, pois qualquer excesso resulta facilmente em toxicidade. O Mo é um componente da enzima nitrogenase e, portanto, essencial ao processo de fixação de N2. Deficiências de Co e, principalmente, de Mo têm sido relatadas com maior frequência, tornando-se um dos principais fatores limitantes à fixação do N2 na cultura da soja. (HUNGRIA et al., 2007).

Ainda nessa vertente, para maximização da fixação biológica de nitrogênio em soja com vistas em incrementos nos patamares de produtividade, pesquisas envolvendo a identificação de caracteres que auxiliem no processo de seleção de genótipos mais eficientes quanto a capacidade simbiótica devem ser contemplados pelos programas de melhoramento genético de soja, necessitando-se para isso, de uma maior compreensão da interação entre diferentes genótipos e bactérias envolvidas no processo (BÁRBARO et al., 2009). Ressalta-se também a necessidade de pesquisas com semelhante finalidade para a prática de co-inoculação, dada sua recente confirmação de eficiência agronômica no Brasil e que ainda se mostra com grande variabilidade nos resultados obtidos na literatura (ZUFFO et al., 2015; ZUFFO et al., 2016).

Por outro lado, técnicas multivariadas são importantes ferramentas para avaliar a diversidade genética, visando a classificação de germoplasmas, ordenação das variabilidades contidas em acessos e na análise das relações genéticas entre características e material genético existente (IQBAL et al., 2008).

Diante do exposto, os objetivos deste estudo foram avaliar os efeitos da interação entre cultivares de soja, tipos de bactérias e micronutrientes no desenvolvimento inicial de plântulas cultivadas em duas condições por meio de análises multivariadas.

## 2 I MATERIAL E MÉTODOS

Antes da instalação dos experimentos, foram coletadas amostras de solo de área experimental pertencente a APTA, Pólo Regional da Alta Mogiana, Colina-SP, já cultivada com a cultura da soja, para posterior análise química e física, além da contagem *de bactérias Bradyrhizobium* e bactérias diazotróficas associativas do solo discriminada na Tabela 1.

| Identificação da amostra | Umidade do solo | Bactérias Totais | Bactérias *Bradyrhizobium* | Bactérias Diazotróficas |
|---|---|---|---|---|
| | % | UFC $g^{-1}$ solo seco | | |
| APTA | 11,63 | $8,23 \times 10^6$ | $2,14 \times 10^7$ | $1,1 \times 10^6$ |

UFC – Unidade formadora de colônias

Tabela 1. Resultados da contagem de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e bactérias diazotróficas de solo de área experimental da APTA. Colina-SP. Ano agrícola 2015/16.

O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho distrófico. De acordo com o laudo de análise química e física do solo, obtiveram-se os seguintes resultados: pH ($CaCl_2$) = 5,21; M.O. = 22,50 g $dm^{-3}$; CO = 13 g $dm^{-3}$ ; P = 18,54 mg $dm^{-3}$ ; K = 3,04 mmolc $dm^{-3}$; Ca = 18,67 mmolc $dm^{-3}$; Mg = 12,86 mmolc $dm^{-3}$; H + Al = 27,46 mmolc $dm^{-3}$; SB = 34,58 mmolc $dm^{-3}$; CTC= 62,04 mmolc $dm^{-3}$ e V = 55,73%, S = 3,57 mg $dm^{-3}$, Zn = 0,70 mg$dm^{-3}$, B= 0,18 mg $dm^{-3}$, Mn = 12,70 mg $dm^{-3}$, Cu = 0,45 mg $dm^{-3}$ e Fe = 30,81 mg $dm^{-3}$; Areia Total = 804 g kg de solo; Argila = 150 g kg de solo e Silte = 45 g kg de solo. Em porcentagem: Areia Total = 80,40 % (Areia grossa = 55,50 % + Areia fina = 24,90%); Argila = 15,00%; Silte = 4,50.

Os experimentos foram instalados na segunda quinzena de novembro de 2015, em condições de casa de vegetação pertencentes ao Pólo Regional da Alta Mogiana, da APTA, em Colina, SP. Os vasos plásticos de 5 L de capacidade foram preenchidos com o solo de área experimental já cultivado com soja devidamente corrigido, além de receber adubação N-P-K com uso da fórmula 4-20-20 nas doses calculadas conforme o laudo de análise química do solo supracitadas.

Os tratamentos seguiram o esquema fatorial 4x4x2, que constituíram da combinação de quatro cultivares comerciais de soja sendo: Brasmax Flecha IPRO, BMX Potência RR, 5D634 RR e NS 7338 IPRO, quatro tipos de bactérias [Testemunha, *Bradyrhizobium* (inoculação tradicional), *Azospirillum* e *Bradyrhizobium + Azospirillum* (co-inoculação)] e ausência e presença de aplicação de micronutrientes cobalto e molibdênio nas sementes, discriminados na Tabela 2.

| Tratamento | Código | Cultivar | Tipo de bactéria | Micronutrientes |
|---|---|---|---|---|
| FTAM | 1 | Brasmax Flecha IPRO | Testemunha | Ausência |
| FTPM | 2 | Brasmax Flecha IPRO | Testemunha | Presença |
| FBAM | 3 | Brasmax Flecha IPRO | Bradyrhizobium | Ausência |
| FBPM | 4 | Brasmax Flecha IPRO | Bradyrhizobium | Presença |
| FAAM | 5 | Brasmax Flecha IPRO | Azospirillum | Ausência |
| FAPM | 6 | Brasmax Flecha IPRO | Azospirillum | Presença |
| FBAAM | 7 | Brasmax Flecha IPRO | Brady + Azos | Ausência |
| FBAPM | 8 | Brasmax Flecha IPRO | Brady + Azos | Presença |
| PTAM | 9 | BMX Pôtencia RR | Testemunha | Ausência |
| PTPM | 10 | BMX Pôtencia RR | Testemunha | Presença |
| PBAM | 11 | BMX Pôtencia RR | Bradyrhizobium | Ausência |
| PBPM | 12 | BMX Pôtencia RR | Bradyrhizobium | Presença |
| PAAM | 13 | BMX Pôtencia RR | Azospirillum | Ausência |
| PAPM | 14 | BMX Pôtencia RR | Azospirillum | Presença |
| PBAAM | 15 | BMX Pôtencia RR | Brady + Azos | Ausência |
| PBAPM | 16 | BMX Pôtencia RR | Brady + Azos | Presença |
| DTAM | 17 | 5D634 RR | Testemunha | Ausência |
| DTPM | 18 | 5D634 RR | Testemunha | Presença |
| DBAM | 19 | 5D634 RR | Bradyrhizobium | Ausência |
| DBPM | 20 | 5D634 RR | Bradyrhizobium | Presença |
| DAAM | 21 | 5D634 RR | Azospirillum | Ausência |
| DAPM | 22 | 5D634 RR | Azospirillum | Presença |
| DBAAM | 23 | 5D634 RR | Brady + Azos | Ausência |
| DBAPM | 24 | 5D634 RR | Brady + Azos | Presença |
| NTAM | 25 | NS 7338 IPRO | Testemunha | Ausência |
| NTPM | 26 | NS 7338 IPRO | Testemunha | Presença |
| NBAM | 27 | NS 7338 IPRO | Bradyrhizobium | Ausência |
| NBPM | 28 | NS 7338 IPRO | Bradyrhizobium | Presença |
| NAAM | 29 | NS 7338 IPRO | Azospirillum | Ausência |
| NAPM | 30 | NS 7338 IPRO | Azospirillum | Presença |
| NBAAM | 31 | NS 7338 IPRO | Brady + Azos | Ausência |
| NBAPM | 32 | NS 7338 IPRO | Brady + Azos | Presença |

F = Brasmax Flecha IPRO; P = BMX Potência RR; D = 5D634 RR; N = NS7338 IPRO; T = testemunha; B = *Bradyrhizobium* (inoculação tradicional); A = *Azospirillum* (inoculação gramíneas); BA = coinoculação; AM e PM = ausência e presença de micronutrientes.

Tabela 2. Identificação dos 32 tratamentos utilizados no presente trabalho envolvendo a interação de cultivares, tipos de bactérias e ausência e presença de micronutrientes.

O delineamento foi o de blocos casualizados, com parcela experimental constituída por um vaso com 30 sementes, desbastando-se para 16 plântulas; e posteriormente 8

plântulas finais, respectivamente, para as avaliações realizadas aos 8 e 32 dias após a semeadura (DAS), com quatro repetições

Para o tratamento das sementes, foram utilizados inoculantes comerciais Biomax® Premium Líquido para a cultura da soja contendo bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e para gramíneas Biomax® Premium Milho com as bactérias do gênero *Azospirillum brasilense*, nas doses recomendadas pelo fabricante de 60 mL/50kg e 150 mL/20kg de sementes respectivamente. Na co-inoculação das sementes, utilizou-se metade da dose de ambos os inoculantes. A aplicação de produto contendo os micronutrientes 1,5% de Co e 15% de Mo foi realizada antes da inoculação na dose de 100 mL $ha^{-1}$.

Todas as sementes foram previamente tratadas, alguns dias antes da semeadura, com inseticida/fungicida, Standak Top na dose de 2 mL $kg^{-1}$ de sementes, sendo os inoculantes aplicados por último, no dia da semeadura. Além disso, foram adotados alguns cuidados para garantir uma maior eficiência dos inoculantes, como inoculação das sementes realizada à sombra e distribuição uniforme dos inoculantes em todas as sementes.

Foram avaliadas a porcentagem de germinação aos 5 e 8 DAS conforme as recomendações de BRASIL (2009), e avaliações biométricas referentes ao comprimento de raiz e parte aérea (CR e CPA) em cm e massa seca da parte aérea e raiz (MSPA e MSR) em g $planta^{-1}$ aos 8 DAS. Além dessas, avaliou-se as mesmas variáveis aos 32 DAS, bem como, o número de nódulos (NNOD) em unidade $planta^{-1}$ e a massa seca de nódulos (MSNNOD) em mg. $planta^{-1}$.

Em relação as análises exploratórias multivariadas, somente os dados médios das variáveis avaliadas foram utilizados no presente trabalho.

Inicialmente os mesmos foram padronizados resultando em média igual a zero e variância igual a um para todas as variáveis, de acordo com a equação: $Z_{ij} = X_{ij} – X_j/S_j$, onde: j = 1,2,...., p características; i= 1,2, .....,n, objetos; $X_j$ e $S_j$ = média e o desvio padrão da coluna j. Posteriormente, foram estudadas duas abordagens exploratórias a saber: componentes principais e análise de agrupamento pelo método não hierárquico, de k-*médias*. A semelhança entre os tratamentos foi medida pela distância Euclidiana e a ligação média entre os grupos foi realizada pelo método de Ward, para estabelecimento prévio do número de grupos. Na análise de componentes principais, os autovalores foram extraídos a partir da matriz de covariância que geraram os autovetores denominados de componentes principais, que são determinados a partir da equação característica da matriz (FERRAUDO, 2014).

Para o cálculo dos componentes principais, a variabilidade foi decomposta em quatro autovetores (componentes principais) construídos com os autovalores da matriz de covariância, que são combinações lineares das variáveis originais buscando maximizar a informação relevante (HAIR et al., 2009). Para o cálculo da proporção da variância total contida em cada componente principal tem-se a expressão: $CP_h = \lambda_h$/traço (C) 100, onde: C = matriz de covariâncias dos dados originais padronizados; $\lambda_h$ = h-ésima raiz característica

(autovalor) da Matriz C, Traço (C) = $\lambda_1 + \lambda_{2...} + \lambda_{h.}$ São considerados somente autovalores acima de 1 ou muito próximos, pois geram componentes com quantidade relevante de informação das variáveis originais. Para aqueles abaixo de 1 a quantidade de informação retida no componente não é relevante (KAISER, 1958). A correlação dos caracteres com os componentes principais foi calculada pela fórmula: $r_{xj}$ ($CP_h$) = $a_{ih}\sqrt{\lambda_h}/S_j$, onde: $S_j$ = desvio padrão da variável j; $a_{ih}$ = coeficiente da variável j no h-ésimo componente principal; $\lambda_h$ = h-ésima raiz característica (autovalor) da matriz de covariância.

Na análise de agrupamento não hierárquico das variáveis avaliadas em vasos pelo método k-médias utilizou-se um número de clusters previamente determinado para o cálculo dos pontos que representam os "centros" destes clusters, sendo: $E = \Sigma^{k}_{k=1}\Sigma_{x1ECk}$ $d(x_i, x_{ok})$, onde: $x_{ok}$ = centróide do cluster Ck; $d(x_i, x_{ok})$ = distância entre os pontos $x_i$ e $x_{ok}$. O centróide pode ser a média ou a mediana de um grupo de pontos. Sendo que, o objetivo do k-médias é minimizar a distância entre cada ponto e o seu respectivo centróide (HAIR et al., 2009).

Todos as análises multivariadas foram realizadas utilizando-se o software Statistica versão 10 (STASOFT, 2010).

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de componentes principais resultou em quatro componentes principais (CP), os quais explicaram 80,738% da variância (Tabela 3).

| Número do autovalor | Autovalor | Variância Total (%) | Autovalor acumulado | Variância acumulada (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 4,277 | 35,640 | 4,277 | 35,640 |
| 2 | 2,284 | 19,036 | 6,561 | 54,677 |
| 3 | 1,893 | 15,776 | 8,454 | 70,453 |
| 4 | 1,234 | 10,285 | 9,689 | 80,738 |
| 5 | 0,704 | 5,867 | 10,393 | 86,605 |
| 6 | 0,580 | 4,833 | 10,973 | 91,438 |
| 7 | 0,335 | 2,789 | 11,307 | 94,227 |
| 8 | 0,226 | 1,887 | 11,534 | 96,114 |
| 9 | 0,193 | 1,610 | 11,727 | 97,724 |
| 10 | 0,155 | 1,295 | 11,882 | 99,020 |
| 11 | 0,093 | 0,772 | 11,975 | 99,792 |
| 12 | 0,025 | 0,208 | 12,000 | 100,000 |

Tabela 3. Matriz de autovetores e estatísticas dos doze caracteres avaliados em resposta aos diferentes tratamentos envolvendo cultivares, tipos de bactérias e micronutrientes em condição de vasos em casa de vegetação.

As variáveis de maior contribuição na discriminação dos tratamentos em CP1 foram CR32, MSPA32, MSR32, CPA8, CR8, MSR8 e G5, seguido pelo CP2 com MSPA8, G5 e G8. O CP3 foi explicado pela nodulação e CP4 por CPA 32 (Tabelas3 e 4). Assim, todos os caracteres apresentaram correlação nos quatro componentes principais e são importantes na avaliação do desenvolvimento inicial de soja no presente trabalho. Toller et al. (2009) em estudo com a finalidade de se avaliar parâmetros de fixação biológica de nitrogênio em 15 cultivares convencionais de soja, verificaram que maiores valores de número e massa seca nodular foram obtidos nas cultivares IAC 23 e M-SOY5942. Para a massa seca da raiz destacaram-se as cultivares BRS 133 e BRS 184, e para massa seca da parte aérea a BRS 184. Em relação às estimativas de correlações os melhores resultados foram obtidos para número de nódulos vs. massa seca nodular e massa da raiz x massa seca da parte aérea.

| Caracteres | CP1 | CP2 | CP3 | CP4 |
|---|---|---|---|---|
| CPA32 | -0,417 | 0,008 | -0,273 | -0,772 |
| CR32 | -0,651 | -0,114 | -0,303 | -0,451 |
| NNOD32 | -0,192 | -0,210 | -0,843 | 0,149 |
| MSPA32 | 0,794 | 0,420 | -0,179 | -0,072 |
| MSR32 | 0,833 | 0,370 | -0,054 | -0,032 |
| MNOD 32 | -0,230 | -0,243 | -0,728 | 0,466 |
| CPA8 | -0,840 | 0,201 | 0,290 | 0,021 |
| CR8 | 0,630 | 0,529 | -0,096 | -0,236 |
| MSPA8 | 0,116 | 0,720 | -0,569 | -0,013 |
| MSR8 | -0,667 | 0,465 | -0,081 | -0,090 |
| G5 | -0,624 | 0,605 | 0,106 | 0,194 |
| G8 | -0,561 | 0,657 | 0,128 | 0,298 |

Tabela 4. Coeficientes de correlação entre as variáveis e os quatro componentes principais que retiveram a maior quantidade de informação relevante.

Segundo Ferraudo (2014) são consideradas variáveis importantes aquelas que apresentam valores de correlação acima de 0,6, independentemente do sinal. Ressalta-se também, que as correlações de sinais iguais significam que as variáveis são correlacionadas positivamente, e as com sinais opostos negativamente (HAIR et al., 2009), evidenciando que todos os caracteres considerados importantes no CP2 e CP3 se relacionam positivamente, excetuando-se apenas o CP1, em que CR32, CPA8, MSR8 e G5 correlacionaram positivamente entre si e inversamente com os caracteres MSPA32, MSR32 e CR8.

O plano bidimensional formado pelos componentes CP1 (35,64%) e CP2 (19,04%) no total reteve 54,68% da variância original (Figura 5). Observa-se, que a distribuição de cada

tratamento é de acordo com um plano de fator de coordenadas, considerando, a relação entre as variáveis. Pode se verificar, que alguns tratamentos se localizaram no centro do plano, dentro da delimitação das escalas pré-definidas. Isto demonstra, que nesse grupo não há muitas diferenças entre os tratamentos, ou seja, os valores dos caracteres estão situados em uma faixa de amplitude que não os caracterizam como superiores um dos outros, podendo-se se dizer que há certa homogeneidade dentro deste grupo. Entretanto, foram observados em 29, 23, 19, 18 e 31 que corresponde respectivamente as interações ou tratamentos: NAAM, DBAAM, DBAM, DTPM e NBAPM maior especificidade para G5, MSR8, CPA8; 25 – NTAM e 27- NBAM para CPA 32 e CR 32; bem como o tratamento 28 (NBPM) para NNOD32 e MSNOD32; e 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 respectivamente, (FTAM, FTPM, FBAM, FBPM, FAAM, FAPM, FBAAM e FBAPM) para MSPA 32 e MSR 32 (Figura 5).

Estes resultados concordam com os achados por Bohrer; Hungria, (1998) que verificaram diferenças marcantes entre as cultivares quanto ao potencial de nodulação e fixação de nitrogênio, e constataram que a quantificação da massa seca da parte aérea é um bom parâmetro para a seleção das simbioses mais promissoras de soja.

O plano bidimensional formado pela (CP1 x CP3) reteve no total 51,42%, sendo os tratamentos 29, 25, 18 e 21 (NAAM, NTAM, DTPM e DAAM) melhor discriminados para a variável CPA8; 23, 27, 31 e 19 (DBAAM, NBAM, NBAAM e DBAM) para CR32, CPA32, CPA32, NNOD32 e MSNNOD32; 10, 12, 5, 2 e 16 (PTPM, PBPM, FAAM, FTPAM e PBAPM para MSR32; 8- FBAPM, 4- FBPM, 7- FBAAM e 3 FBAM foram discriminados pelas variáveis CR8 e MSPA 32 (Figura 6).

Por último, o plano bidimensional formado pelos componentes CP1 (35,64%) e CP4 (10,29%) reteve no total 45,93 % da variância original (Figura 7). Os tratamentos 31e 18, respectivamente NBAAM e DTPM foram mais específicos para G8 e G5; 29 – NAAM, 27-NBAM, 19- DBAM, 21-DAAM, 23-DBAAM e 25- NTAM para CPA8, MSPA8 e CR32; 22-DAPM para CPA32 e tratamentos 12, 10, 3,7,8,4,5,2,1 e 6 (PBPM, PTPM, FBAM, FBAAM, FBAPM, FBPM, FAAM, FTPM, FTAM e FAPM para MSR32 e MSPA32.

A grande variabilidade existente entre as estirpes que nodulam a soja (CARVALHO, 2003) quanto à eficiência do processo simbiótico (ARAÚJO; HUNGRIA, 1999), gera diferentes interações entre bactérias e genótipos de plantas de soja (BOHRER; HUNGRIA, 1998), corroborando com os resultados obtidos pelos 3 gráficos biplots de dispersão dos diferentes tratamentos (Figuras 1, 2 e 3) deste trabalho.

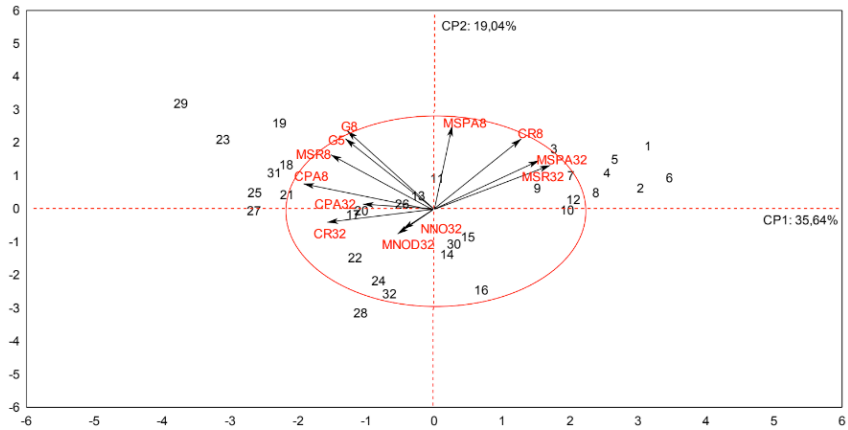



Figura 1. Gráfico biplot com a dispersão dos 32 tratamentos envolvendo quatro cultivares de soja, 4 tipos de bactérias e ausência e presença de micronutrientes em Vso em função dos componentes principais CP1 x CP2, com projeção dos vetores das variáveis avaliadas aos 8 e 32 dias após semeadura: G5 e G8 = porcentagem de germinação aos 5 e 8 dias após a semeadura; CPA8 e CPA 32 = comprimento da parte áerea; CR 8 e CR 32= comprimento da raiz; MSPA 8 e MSPA 32 = massa seca da parte aérea; MSR 8 e MSR 32 = massa seca da raiz; NNOD32 = número de nódulos e MSNOD 32= massa seca de nódulos.

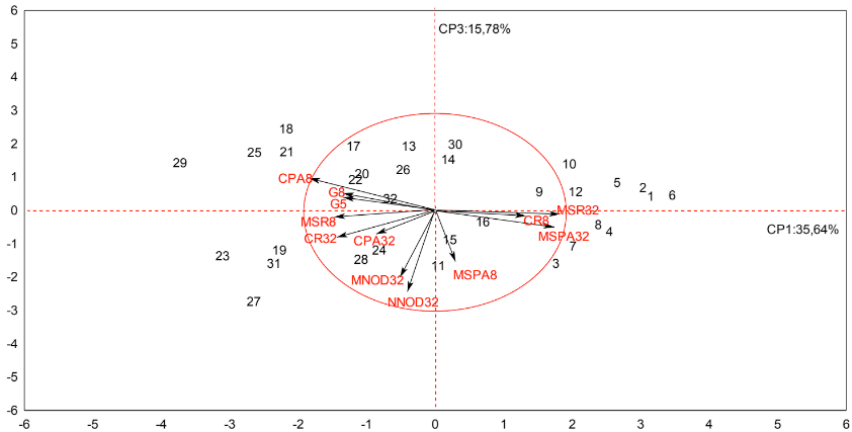



Figura 2. Gráfico biplot com a dispersão dos 32 tratamentos envolvendo quatro cultivares de soja, 4 tipos de bactérias e ausência e presença de micronutrientes em Vso em função dos componentes principais CP1 x CP3, com projeção dos vetores das variáveis avaliadas aos 8 e 32 dias após semeadura G5 e G8 = porcentagem de germinação aos 5 e 8 dias após a semeadura; CPA = comprimento da parte áerea; CR = comprimento da raiz; MSPA = massa seca da parte aérea; MSR = massa seca da raiz; NNOD = número de nódulos e MSNOD = massa seca de nódulos.

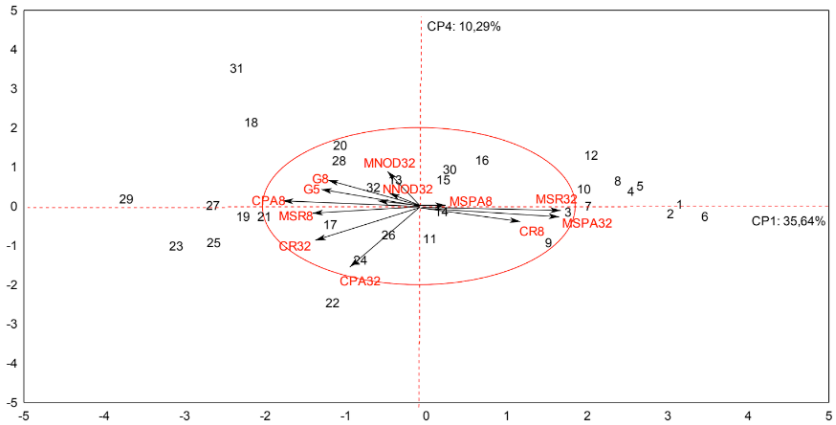
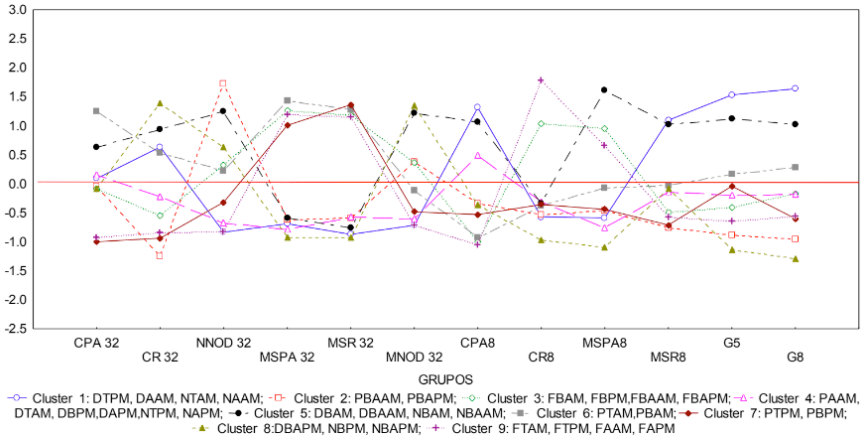



Figura 3. Gráfico biplot com a dispersão dos 32 tratamentos envolvendo quatro cultivares de soja, 4 tipos de bactérias e ausência e presença de micronutrientes em Vso em função dos componentes principais CP1 x CP4, com projeção dos vetores das variáveis avaliadas aos 8 e 32 dias após semeadura: CPA = comprimento da parte áerea; CR = comprimento da raiz; MSPA = massa seca da parte aérea; MSR = massa seca da raiz; NNOD = número de nódulos e MSNOD = massa seca de nódulos.

Os 32 tratamentos e doze caracteres avaliados em vasos, pelo agrupamento prévio pelo método hierárquico de Ward, formaram nove clusters ou grupos, sendo este agrupamento realizado a partir do ponto de corte no dendograma a 18,18 %, onde foram observadas mudanças bruscas de níveis. Esta pressuposição foi utilizada para realização posterior do método não hierárquico de k-médias (Figura 8).




F = Brasmax Flecha IPRO; P = BMX Potência RR; D = 5D634 RR; N = NS7338 IPRO; T = testemunha; B = *Bradyrhizobium* (inoculação tradicional); A = *Azospirillum* (inoculação gramíneas); BA = coinoculação; AM e PM = ausência e presença de micronutrientes.

Figura 4. Gráfico do perfil da distribuição dos centróides dos grupos na análise de agrupamento por k- médias formados a partir das variáveis: G 5 e G8 = porcentagem de germinação avaliada aos 5 e 8 dias após a semeadura (das); CPA8 e CPA 32 = comprimento da parte aérea avaliada aos 8 e 32 das; CR 8 e CR32 = comprimento da raiz aos 8 e 32 das; NNOD 32 = número de nódulos avaliada aos 32 das; MSPA 8 e MSPA 32 = massa seca da parte aérea avaliada aos 8 e 32 das; MSR 8 e MSR 32 = massa seca da raiz avaliada aos 8 e 32 dias após a semeadura e MSNNOD 32 = massa seca de nódulos avaliada aos 32 das em condições de vasos com solo de área experimental cultivado com soja.

O grupo 1 foi formado pelos tratamentos DTPM, DAAM, NTAM, NAAM caracterizado por apresentar maiores valores médios de CR 32, CPA8, MSR8, G5 e G8 (Figura 4).

Os tratamentos PBAAM e PBAPM formaram o grupo 2, que apresentou destaque para os parâmetros de nodulação, com altos valores de NNOD32 e MSNNOD32. O grupo 3, representado pelos tratamentos FBAM, FBPM, FBAAM, FBAPM foi caracterizado por valores de nodulação acima da média dos tratamentos, altos valores de MSPA tanto aos 8 e 32 dias após avaliação e CR8.

Com valores apenas de CPA aos 8 e 32 dias um pouco acima da média ficou o grupo 4 descrito pelos tratamentos PAAM, DTAM, DBPM, DAPM e NTPM e NAPM. O grupo 5 formado pelos tratamentos DBAM, DBAAM, NBAM, NBAAM foi o melhor grupo, pois apresentou valores acima da média para a maioria dos caracteres avaliados CPA32, CR32, NNOD32, MNOD32, CPA8, MSPA8, MSR8, G5 e G8. O grupo 6 formado pelos tratamentos PTAM e PBAM mostraram elevadas CR32 e MSRA32 e valores um pouco acima da média para NNOD32, G5 e G8. E o grupo 7 formado por PTPM e PBPM foi caracterizado por apresentar alta MSPA32 E MSR32. O grupo 8 foi formado por DBAPM, NBPM e NBAPM com valores altos de CR32, NNOD32 e MSNOD 32 e por último o grupo nove composto por FTAM, FTPM, FAAM e FAPM com valores adequados de MSPA32, CR8, MSPA8 E MSR32.

Deste modo, pode-se observar que as análises exploratórias de componentes principais e de agrupamento k-médias, foram eficientes no presente trabalho e se constituem em uma ferramenta de suma importância para complementar informações quanto a discriminação destes tratamentos em múltiplos caracteres envolvidos, concordando com vários trabalhos de pesquisa que tem utilizado a técnica para estudos em soja. A literatura relata que caracteres agronômicos que são submetidos à análise multivariada, possibilitam a identificação de informações satisfatórias entre inúmeros caracteres, assim como nos resultados obtidos por Reina et al. (2014) e Dallastra et al. (2014).

## 4 I CONCLUSÕES

As análises multivariadas foram eficientes e complementaram o presente trabalho com informações adicionais;

As interações mais eficientes foram DBAM, DBAAM, NBAM e NBAAM.

## REFERÊNCIAS


ARAUJO, F.B.; HUNGRIA, M. Mariangela.Nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus Subtilis* e *Bradyrhizobium Japonicum* /*Bradyrhizobium Elkanii*. **Pesquisa agropecuária brasileira**. *[online]*. 1999, vol.34, n.9, p. 1633-1643. ISSN 1678-3921.

BÁRBARO, I. M.; MACHADO, P. C.; BARBARO JUNIOR, L. S.; TICELLI, M.; MIGUEL, F. B.; SILVA, J. A. A. Produtividade da soja em resposta á inoculação padrão e co-inoculação. **Colloquium Agrariae**, v. 5, n.1, Jan-Jun. 2009, p. 01-07. DOI: 10.5747/ca.2009.v05.n1.a0040.

BOHRER, T. R. J.; HUNGRIA, M. Avaliação de cultivares de soja quanto à fixação biológica do nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 33, n. 6, p. 937-953, jun. 1998.

BOTTINI, R.; FULCHIERI, M.; PEARCE, D., PHARIS, R.P. Identification of gibberellins A1, A3, and iso-A3 in cultures of *Azospirillum lipoferum*. **Plant Physiology** 90:45-47. 1989.

BRASIL. Ministerio da Agricultura, Pecuaria e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasilia: Mapa/ACS, 2009. 399p.

CASSÁN, F.; SGROY, V.; PERRIG, D.; MASCIARELLI, O.; LUNA, V. Producción de fitohormonas por *Azospirillum* sp. Aspectos fisiológicos y tecnológicos de la promoción del crecimiento vegetal. *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Asociación Argentina de Microbiologia, Argentina, 1:59-84.2008.

DALLASTRA, A.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; FERRAUDO, A. S.; MAURO, A. O. Multivariate approach in the selection of superior soybean progeny which carry the RR gene. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 3, p. 588-597, 2014.

FERRAUDO, A.S. **Técnicas de Análise Multivariada** – uma introdução. Treinamento. Jaboticabal, SP. 2014.

HAIR, J.F.; BLACK, W.; BABIN, B.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L. Análise Multivariada de Dados. Editora Bookman, Porto Alegre, 6ª ed., 2009, 688 p.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competividade do produto brasileiro.** Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados, 2007. 80 p. (Documentos/Embrapa Soja. Documentos, 283).

HUERGO, L.F.; MONTEIRO, R.A. et al. Regulation of nitrogen fixation in *Azospirillum brasilense*. Cassán FD, García salomone. *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. **Asociación Argentina de Microbiologia** 1:17-35. 2008.

IQBAL Z, ARSHAD, M.; ASHRAF, M.; MAHMOOD, T.; WAHEED, A. Evaluation of Soybean [*Glycine max* (l.) Merrill] germplasm for some important morphological traits using multivariate analysis. **Pakistan Journal of Botany**, 40:2323-2328. 2008.

LIBORIO, P.H.S. **Desempenho simbiótico e produtivo de cultivares de soja submetidas a co-inoculação com *Azospirillum.*** Dissertação Mestrado – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 103 p. 2019.

KAISER, H.F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. Psychometrika, 23:187-200, 1958. LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. Adv. **Soil Science.**, 1:277-293, 1985.

REINA, E. et al. Genetic divergence and phosphorus use efficiency in the soybean with a view to biodiesel production. **Revista Ciência Agrono**.,Fortaleza ,v. 45, n. 2,p. 344-350, June 2014.

RONCATO-MACCARI, L.D.; RAMOS, H.J. et al. Endophytic Herbaspirillum seropedicae expresses nif genes in gramineous plants. **FEMS microbiology ecology** 45: 39-47. 2003.

STATSOFT, INC. **STATISTICA** (data analysis software system), version 10. 2010.

STRZELCZYK, E.; KAMPERT, M. L.I.C.Y Cytokinin-like substances and ethylene production by *Azospirillum* in media with different carbon sources. **Microbiological Research** 149:55-60. 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. **Artmed**. Porto Alegre 5 ed. 2013.

TIEN, T.M.; GASKINS, M.H.; HUBBELL, D.H. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (Pennisetum americanum L.). **Applied and Environmental Microbiology** 37:1016-1024. 1979.

TOLLER, E.V.; BARBARO, I.M.; BARBARO-JUNIOR, L.S. Análise de parâmetros de fixação biológica de nitrogênio em cultivares comerciais de soja. **Nucleus**, v.6, n.1, abr. 2009. DOI: 10.3738/1982.2278.135

TORTORA, M.L.; DÍAZ-RICCI, J.C.; PEDRAZA, R.O. Protection of strawberry plants (Fragaria ananassa Duch) against anthracnose disease induced by *Azospirillum brasilense*. **Plant and soil**, 356: 279-290. 2012

ZUFFO, A.M.; REZENDE, P.M.; BRUZI, A.T.; OLIVEIRA, N.T.; SOARES, I.O.; NETO, G.F.G.; CARDILLO, B.E.S.; SILVA, L.O. Co-inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* and *Azospirillum brasilense* in the soybean crop. **Revista Ciências Agrárias**. Lisboa, v.38, n.1, p.87-93. 2015.

ZUFFO, A. M., BRUZI, A. T., DE REZENDE, P. M., BIANCHI, M. C., ZAMBIAZZI, E. V., SOARES, I. O., RIBEIRO, A. B. M., & VILELA, G. L. D. Morphoagronomic and productive traits of RR® soybean due to inoculation via *Azospirillum brasilense* groove. **African Journal of Microbiology Research**, 10(13), 438-444. 2016.

# CAPÍTULO 18

# EFECTO DEL TOSTADOR EN EL PERFIL DE TUESTE EN CAFÉ ESPECIAL CON DIFERENTE TAMAÑO

*Data de aceite: 03/05/2021*

**Guillermo Vargas-Elías**
D.Sc., Profesor, CIGRAS-Universidad de Costa Rica
https://orcid.org/0000-0001-8562-0062

**Carlos Cerdas Gerena**
Bach., Escuela de Ingeniería Agrícola y Biosistemas, U.C.R
https://orcid.org/0000-0001-6237-6052

**Sergio Barrantes Montoya**
Bach., Escuela de Ingeniería Agrícola y Biosistemas, U.C.R
https://orcid.org/0000-0002-1817-9155

**Jorge Castillo Vives**
Bach., Escuela de Agronomía. U.C.R
https://orcid.org/0000-0003-2787-2741

**Fabiola Rojas Vásquez**
Estudiante, Escuela de Agronomía, U.C.R
https://orcid.org/0000-0002-7891-9960

**RESUMEN:** El perfil de tueste del café se utiliza para el análisis y la predicción del proceso, depende de la temperatura del tostador, la masa de los granos y del contenido de humedad inicial. El objetivo fue determinar el efecto de la temperatura del tostador en el perfil de tueste para un mismo lote de granos de café separados en cuatro tamaños. Se utilizó un tostador convencional llevando los granos a 230 ºC en dos condiciones de apertura de la válvula de gas parcial y totalmente abierta, se tostaron granos de café arábica sin defectos con *calidad especial* de la variedad Catuaí rojo, el registro de la temperatura fue a partir de sensores termopares en el interior del tostador en contacto con el aire. El perfil de tueste no fue influenciado por el tamaño de los granos en un mismo lote en los calibres estudiados. La condición térmica del tostador afectó significativamente el perfil de tueste y las propiedades físicas del café. El modelo exponencial-lineal de cuatro términos fue adecuado para representar el perfil de tueste en el 99,0 % de los datos en cada condición de operación, el coeficiente del término lineal es un indicador de la rapidez del proceso. El proceso con la quema de gas completamente abierta es 1,5 veces más rápido que con la abertura parcial.
**PALABRAS CLAVE**: Proceso de torrefacción, perfil de temperatura, tostador convencional.

## EFEITO DA TEMPERATURA DO TORRADOR NO PERFIL DE TORRA EM CAFÉ ESPECIAL COM DIFERENTE TAMANHO

**RESUMO:** O perfil de torra do café utiliza-se para a análise e predição do processo, sua forma depende da temperatura do torrador, da massa dos grãos, do teor de água no início e pode ser afetado pelo tamanho dos grãos. O objetivo foi comparar o perfil da torra pelo efeito do tamanho dos grãos de café em duas condições de operação do torrador. Usou-se um torrador convencional em duas condições do aquecimento, foram torrados grãos de café arábica sem defeitos com *qualidade mole* da variedade catuaí vermelho. O registro da temperatura foi obtido no computador pelos sensores de termocuplas em contato com

ar no interior do torrador. Observou-se que não houve diferença entre o perfil da torra entre os grãos com tamanhos diversos. A operação do torrador teve efeito direto no tempo do processo e nas propriedades físicas do café torrado. O perfil da torra foi estabelecido para cada condição de temperatura do torrador pelo modelo exponencial-linear com quatro termos e coeficiente de determinação acima de 99,0 %. O coeficiente do termo linear é um parâmetro da rapidez do processo. O processo com a queima de gás completamente aberto foi 1,5 vezes mais rápido que o parcialmente aberto.
**PALAVRAS-CHAVE**: *Coffea arabica*, torrefação, cinética da torra, torrador convencional.

## EFFECT OF ROASTER CONDITIONS OVER THE ROAST PROFILE IN SPECIALTY COFFEE AT DIFFERENT SIZES

**ABSTRACT:** The coffee roast profile is used for the analysis and the prediction of the process, the dependence of the roaster temperature, the mass of the coffee beans and the initial moisture content. The objective was to determine the effect of roaster temperature on the roast profile for the same batch of special quality coffee beans, separated into four different sizes as well as unaltered samples from the batch. A conventional roaster was used under two heating conditions, arabica coffee beans with special quality of the red Catuaí variety without defects were roasted, the temperature recording was from thermal sensors inside the roaster in contact with the chamber air. It was determined that there are no differences in roast profile in relation to grain size and mix. The condition of the roaster has a significantly effect in the roasting profile and the coffee physical properties. The four-term exponential-linear model fit to represent the roast profile in 99.0% of the data in each operating condition. The coefficient of the linear term is an indicator of the speed of the process. Gas opening fully open relative to partial was 1.5 times faster than partially opened.
**KEYWORDS**: *Coffea arabica*, roasting process, temperature profile, drum roaster.

## 1 I INTRODUCCIÓN

La torrefacción es un proceso de aplicación de calor sobre los granos, dicho proceso es complejo y envuelve tanto la transferencia de energía del tostador hacia los granos, así como la transferencia de masa de los granos hacia al ambiente en forma de vapor y compuestos volátiles (Fabbri *et al.,* 2011). Según el grado de tueste del café dura de 8 a 15 min y de 180 a 240 ºC (OIC, 2017).

El grado de tueste es un parámetro importante a nivel sensorial y de mercado, para determinar las características de sabor de los extractos a partir del café tostado, en los que la mezcla de grados de tueste y velocidad de tueste, están asociados a los llamados cafés de alta calidad (Clarke & Macrae, 1987). El tostador debe ser equipado por un termómetro capaz de resistir entre 180 y 450 °C; además debe contar con un sistema para el registro de la temperatura en el interior del tostador, así como un termómetro infrarrojo para medir la temperatura de los granos en movimiento (Vargas-Elías, 2011). El perfil de tueste consta de dos etapas y fue descrito con un modelo matemático en una combinación de tres términos y cuatro coeficientes, para representar el decaimiento exponencial en una primera etapa y

el calentamiento lineal del tostador en la segunda etapa (Abarca, 2017).

Las condiciones de tostado tienen un gran impacto en las propiedades físicas y químicas de los granos de café tostado, el modo de transferencia de calor y el perfil de temperatura aplicado son los parámetros más críticos del proceso (Schenker, 2000). El ajuste de modelos matemáticos al proceso de torrefacción proporciona parámetros para el estudio de transferencia de calor y masa, para el dimensionamiento de los tostadores; además de posibilitar la predicción de la calidad del producto final (Campos, 2016). Los modelos desarrollados no incluyen la variación del tamaño, el objetivo fue determinar el efecto de la temperatura del tostador en el perfil de tueste para un mismo lote de café en cuatro tamaños de granos.

## 2 I MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo fue desarrollado en el Centro de Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS) de la Universidad de Costa Rica. Se utilizó café (*Coffea arabica*) sin defectos con *calidad especial*, variedad catuaí rojo, cultivado a 1800 m.s.n.m en proceso semi lavado (*red honey*), con densidad aparente 689,2 ± 4,3 kg $m^{-3}$ y contenido de humedad de 10,91 kg $kg^{-1}$.

El proceso de torrefacción se realizó con un tostador convencional de producción nacional BENDIG modelo ECO-20 rotativo, con quemador de gas constante, regulador de presión y válvula de control. La medición de la temperatura interna se hizo con un sensor termopar tipo K.

La torrefacción se realizó en dos condiciones de calentamiento del tostador, con abertura parcial y otra con abertura total de gas. La distribución del tamaño en los granos por lote fue de 36, 29, 22 y 13 % en cribas 16, 17, 18 y 19; respectivamente.

La temperatura al inicio de cada tueste fue 280 ± 1 °C y la extracción fue a 230°C. Fueron tostadas diez muestras de 600 g por cada tamaño y una mezcla con las proporciones indicadas de tamaño. Las pérdidas de masa fueron calculadas según la ecuación 1.

$$\mathbf{M = 100\ (m_i - m_f)/m_i} \qquad \textbf{(1)}$$

Donde, M es variación de la masa (%), $m_i$ es la masa inicial (g), $m_f$ es la masa final (g).

El cambio en la densidad aparente se calculó según la ecuación 2,

$$\mathbf{D = 100\ (d_i - d_f)/d_i} \qquad \textbf{(2)}$$

Donde, D es variación de la densidad aparente (%), el término $d_i$ es la densidad aparente inicial (kg $m^{-3}$), $d_f$ es la densidad aparente final de los granos tostados (kg $m^{-3}$) .

La expansión aparente (%) de los granos tostados se determinó según la ecuación 3.

$$\mathbf{E = 100\ [(d_i\ m_f\ /\ d_f\ m_i) - 1]} \qquad \textbf{(3)}$$

El perfil de temperatura es descrito por la ecuación 4, utilizado para el tueste

de granos tanto de café (Abarca, 2017) como de cacao (Vargas, 2019) en el tostador convencional.

$$T = T_0 + a\,[\exp(-b\,t)] + c\,(t) \qquad (4)$$

Donde, T0 es la intersección con el eje de las ordenadas (°C), a es un coeficiente (°C), b es el exponente del factor exponencial ($min^{-1}$) y c es una tasa de calentamiento (°C $min^{-1}$).

Los coeficientes de la ecuación 4 fueron determinados por regresión no lineal en el programa SigmaPlot14.

## 3 I RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tiempo de tueste es la variable de respuesta, depende de la condición térmica del tostador y no del tamaño de los granos, como se observa en la Figura 1. La primera condición del tostador con abertura parcial del gas, se obtuvo un tiempo promedio de 14,6 min y la desviación estándar de 0,31 min, que equivale aproximadamente a 19 segundos; es decir, para un mismo lote los granos con tamaño entre 16 y 19 se obtuvieron diferencias en el tiempo de tueste menores a 20 segundos.

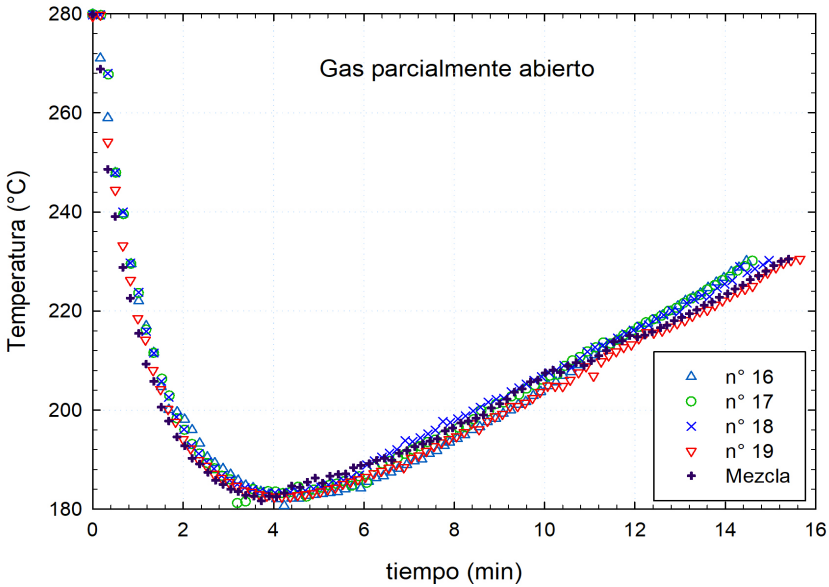



Figura 1. Perfil de temperatura para el tueste por tamaño en café con forma plano convexo y abertura parcial del gas en tostador convencional.

La segunda condición del tostador se obtuvo con la abertura de gas completamente abierta y la duración promedio fue 9,2 min con una variación de 5 s entre los cuatro tamaños;

es decir; no se percibió el efecto del tamaño en el tiempo de tueste cuando se quemó gas a la capacidad máxima.

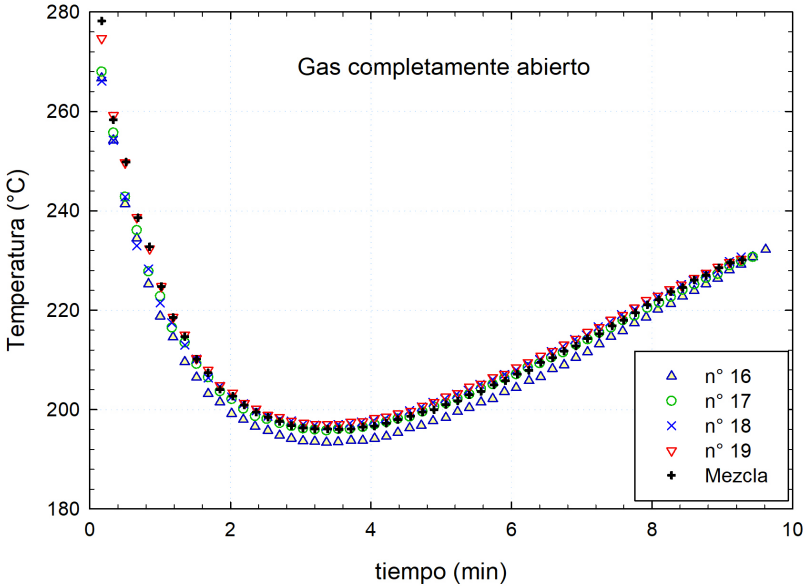



Figura 2. Perfil de temperatura para el tueste en café por tamaño y con forma plano convexo para la abertura total del gas en tostador convencional.

La variación en la abertura del gas generó una disminución del tiempo de 5,4 minutos y se invirtió aproximadamente 60 % más de tiempo con la abertura parcial del gas. Sin embargo, los tiempos de tueste de esta investigación se encuentran dentro de las recomendaciones para el tueste de granos de calidad (OIC, 2017).

El perfil de tueste es afectado por la condición térmica del tostador como se observa en la Figura 3, la línea contínua representa a un ajuste general con todos los datos, indiferentemente del tamaño y se establecieron los límites de confianza para cada condición de operación del tostador.

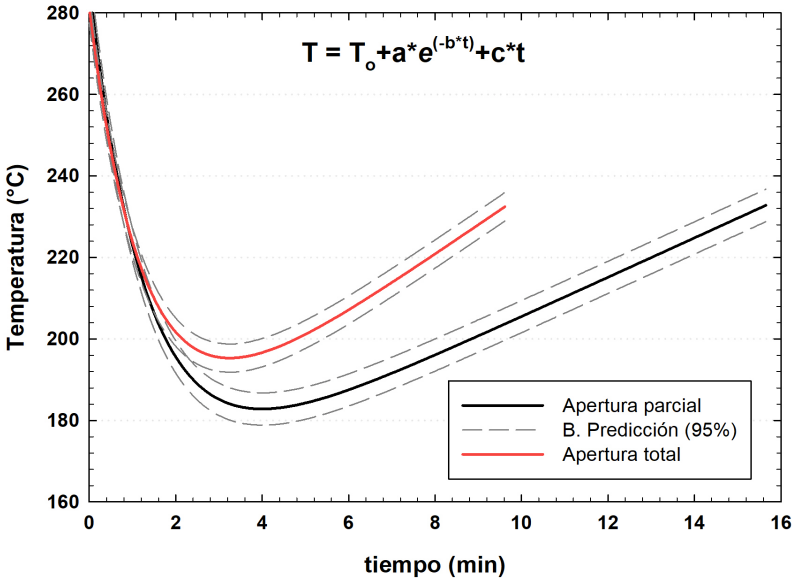



Figura 3. Ajuste del perfil de temperatura del tostador convencional con quema de gas en dos condiciones para café con forma plano convexo.

Las condiciones de temperatura del tostador son similares al inicio y después de 1 min ocurrió una amplia divergencia. La temperatura mínima en la primera condición del tostador fue de 183 °C a los 4 minutos y en la segunda condición fue de 195 °C a los 3,25 min, esto representa una diferencia de 13 °C y un desfase de 45 s entre las temperaturas mínimas para cada proceso.

Los coeficientes de correlación ($R^2$) fueron de 99,0 % para ambas condiciones de operación del tostador, los coeficientes fueron determinados con desviación estándar de 2,00 y 1,75 respectivamente, según Cuadro 1.

| | Condición 1 | Condición 2 |
|---|---|---|
| | Coeficientes de regresión | |
| a (°C) | 129,6079 | 118,7918 |
| b ($min^{-1}$) | 0,7511 | 0,7850 |
| c (°C $min^{-1}$) | 4,8388 | 7,2805 |
| $T_0$ (°C) | 157,0604 | 162,4012 |
| | Parámetros estadísticos | |
| R | 0,9952 | 0,9954 |
| $R^2$ | 0,9904 | 0,9908 |
| Adj. $R^2$ | 0,9903 | 0,9907 |
| S.E. | 2,0006 | 1,7506 |
| | Prueba-*t* | |
| a | 161,9039 | 154,5658 |
| b | 74,6212 | 70,6410 |
| c | 94,1371 | 69,5056 |
| $T_0$ | 287,5665 | 209,9905 |

Cuadro 1. Parámetros estadísticos para el modelo ajustado al perfil del tueste de café en dos condiciones de operación del tostador.

La diferencia entre el tiempo se debe principalmente a la tasa de calentamiento, con 4,84 y 7,28 °C $min^{-1}$ para la primera y segunda condición del tostador respectivamente, la proporción entre pendientes fue de 1,50 y la razón entre los tiempos de tueste fue 1,59; por lo tanto, el coeficiente *c* es un indicador de la rapidez del proceso.

La diferencia entre la rapidez del proceso produce cambios en las propiedades físicas de los granos de café tostado, como se describe en el Cuadro 2.

| Tamaño Calibre N° | ΔMasa (%) Condición | | ΔDensidad (%) Condición | | Expansión (%) Condición | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 16 | 17,44 | 14,99 | 49,11 | 47,08 | 62,23 | 60,64 |
| 17 | 17,06 | 15,69 | 49,96 | 46,44 | 65,75 | 57,41 |
| 18 | 16,79 | 15,07 | 49,04 | 45,48 | 63,29 | 55,70 |
| 19 | 17,39 | 14,71 | 49,51 | 44,26 | 63,63 | 53,01 |
| Mezcla | 17,54 | 15,05 | 48,98 | 45,84 | 61,64 | 56,74 |
| Promedio | 17,24 | 15,10 | 49,32 | 45,82 | 63,31 | 56,72 |
| Desv. Est. | 0,31 | 0,36 | 0,41 | 1,06 | 1,58 | 2,76 |

Cuadro 2. Propiedades físicas de los granos de café tostado para dos condiciones de operación del tostador convencional.

La pérdida de masa permite clasificar a los granos en tueste *Medio* y *Medio claro* para la primera y segunda condición, respectivamente (Vargas-Elías, 2011). La diferencia en la pérdida de masa fue en promedio de 2,14 % entre ambas condiciones y también los granos tostados se diferenciaron por su densidad aparente en 3,5 % (Abarca, 2017).

La expansión aparente de los granos en la primera condición del tostador fue mayor que en la segunda, lo que concuerda con otras investigaciones. Botelho (2012) obtuvo que la expansión volumétrica se incrementa conforme se alcanza un mayor grado de tueste.

## 4 I CONCLUSIONES

No hubo diferencia en el perfil de tueste entre los granos con tamaños consecutivos.

La condición térmica del tostador afecta el perfil del tueste y a las propiedades físicas del café tostado.

## AGRADECIMIENTO

A la empresa familiar de Café los Cuarteles en Tarrazú de San Pablo de León Cortés.

## REFERENCIAS

ABARCA M., R. **Estudio del proceso de torrefacción del café (*Coffea arabica*) en tostador convencional**. 2017. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Agrícola y Biosistemas, Universidad de Costa Rica. C.R. 2017. Disponible en: <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/75352>. Acceso en: Marzo, 2020.

CAMPOS C., R. **Propriedades físicas dos grãos de café moca durante o processo de torra**. Universidade Federal de Viçosa. Tesis de Maestría. Departamento de Ingeniería Agrícola, Viçosa, Minas Gerais. 2016. Disponible en: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/8340>. Acceso en: Feb., 2020.

CLARKE, R. J., & MACRAE, R. **Coffee, Volumen 2, Technology** (ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS LTD ed.). (C. House, Ed.) Linton Road Barking, Essex, England: Crown House. 1987.

FABBRI, A., CEVOLI, C., ALESSANDRINI, L., & ROMANI, S. Numerical modeling of heat and mass transfer during coffee roasting process. **Journal of Food Engineering,** 105(2), 264-269. 2011. doi:https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.02.030

BOTELHO, F. **Cinética de secagem, propriedades físicas e higroscópicas dos frutos e caracterização do processo de torrefação dos grãos de *Coffea canephora***. Tesis de Doctorado. Departamento de Ingeniería Agrícola. Minas Gerais, Brasil: Universidade Federal de Viçosa. 2012.

Organización Internacional del Café (OIC). **Acerca del Café: Torrefacción y Preparación.**2017.<http://www.ico.org/es/making_coffeec.asp?sect%20ion=Acerca_del_caf%E9> Acceso en: Setiembre, 2020.

SCHENKER, S. **Investigations on the hot air roasting of coffee beans.** Doctoral Thesis. Zurich: ETH.2000 Disponible en: https://doi.org/10.3929/ethz-a-003889071.

PORRAS Z., M.; VARGAS-ELÍAS, G.; ARAÚZ M., L.; ABARCA A., Y. Efecto de la temperatura en la rapidez del tostado de café. **Revista Tecnología en Marcha**, v. 32, n. 7, p. Pág. 20-27, 23 abr. 2019. Disponible en: https://doi.org/10.18845/tm.v32i7.4255

VARGAS-ELÍAS, G.A. **Avaliação das propriedades físicas e qualidade do café em diferentes condições de torrefação**. Tesis de Maestría. Departamento de Ingeniería Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 98p. 2011. Disponible en: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/3606>.

VARGAS F., R. **Análisis del secado, el equilibrio higroscópico y la torrefacción de los granos de cacao.** Tesis de Licenciatura en Ingeniería Agrícola, UCR. San José, C.R. 2019. Disponible en: <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/79255> Acceso en: Marzo, 2020.

# CAPÍTULO 19

# AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna

*Data de aceite: 03/05/2021*
*Data de submissão: 04/02/2021*

**Adjair José da Silva**
Universidade Federal da Paraíba – Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Areia-PB
http://lattes.cnpq.br/1752715486124548

**João Victor da Silva Martins**
Universidade Federal da Paraíba – Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Areia-PB
http://lattes.cnpq.br/1325547505577529

**Daniele Batista Araújo**
Universidade Federal da Paraíba – Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Areia-PB
http://lattes.cnpq.br/0414481014142211

**Priscila Duarte Silva**
Universidade Federal da Paraíba – Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Areia-PB
http://lattes.cnpq.br/0609630446184047

**Felipe Marinho Coutinho de Souza**
Universidade Federal Rural de Pernambuco - Programa de Pós-Graduação em Entomologia
Recife-PE
Lattes: http://lattes.cnpq.br/0380292673553843

**Caíke de Sousa Pereira**
Universidade Federal da Paraíba – Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Areia-PB
http://lattes.cnpq.br/8945954778970044

**José Manoel Ferreira de Lima Cruz**
Universidade Federal da Paraíba – Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Areia-PB
http://lattes.cnpq.br/5452036626116089

**RESUMO:** Para a formação de povoamentos visando a restauração florestal, uma das problemáticas encontradas é produção e posterior qualidade de mudas. Dentre os fatores que podem vir a afetar esta formação, a qualidade das sementes assume fundamental importância no processo, principalmente em relação à germinação, vigor, e bem como avaliação inicial das plântulas. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo, avaliar os parâmetros fisiológicos da qualidade de sementes, bem como avaliação inicial de crescimento de mudas de paineira. O experimento foi conduzido no viveiro florestal pertencente ao departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia-PB. Foram realizados teste de emergência, primeira contagem de emergência, e índice de velocidade de emergência, índice de pega e crescimento inicial das mudas a partir do número de folhas, diâmetro do caule e crescimento das plântulas, de paineira num período de 84 DAT. Para as variáveis de qualidade fisiológica das sementes, obteve-se emergência (EM) de 69%, primeira contagem de emergência (PCE) de 61% e um índice de velocidade de emergência (IVE) de 33,35%. Aos 84 dias as plântulas apresentaram em média 5 folhas, diâmetro do caule obtendo valores maiores do que 2 mm, o comprimento de

plantas ao final da avaliação as plântulas estavam com altura média de 12 cm. As sementes apresentaram boas características fisiológicas e bom grau de uniformidade quanto as variáveis estudas. As mudas apresentaram índice de pega de 100%, com elevada característica de crescimento inicial, mesmo sendo afetadas pelo sombreamento local.
**PALAVRAS-CHAVE**: Paineira, qualidade de semente, reflorestamento.

## SEEDS QUALITY PHYSIOLOGICAL EVALUATION AND INITIAL GROWTH OF SEEDLINGS OF *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna

**ABSTRACT**: For the formation of stands aiming at forest restoration, one of the problems encountered is production and subsequent quality of seedlings. Among the factors that may affect this formation, the quality of the seeds assumes fundamental importance in the process, mainly in relation to germination, vigor, and initial evaluation of the seedlings. On its view, the present study aimed to evaluate the physiological parameters of seed quality, as well as the initial growth evaluation of paineira seedlings. The experiment was conducted in the forest nursery belonging to the departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia-PB. Emergency test, first emergency count, and emergency speed index, catch index and initial growth of seedlings from the number of leaves, stem diameter and seedling growth of paineira were performed in a period of 84 DAT. For the variables of physiological quality of the seeds, an emergency (EM) of 69% was obtained, a first emergency count (FEC) of 61% and an emergency speed index (ESI) of 33.35%. At 84 days, the seedlings had an average of 5 leaves, stem diameter obtaining values were greater than 2 mm, the length of plants at the end of the evaluation, the seedlings had an average height of 12 cm. The seeds showed good physiological characteristics and a good degree of uniformity regarding the studied variables. The seedlings showed a 100% catch rate, with a high initial growth characteristic, even though they were affected by local shading.
**KEYWORDS**: Paineira, seed quality, reforestation.

## 1 I INTRODUÇÃO

Para a formação de povoamentos visando a restauração florestal, uma das problemáticas encontradas é produção e posterior qualidade de mudas. Concomitantemente a isso, entra os fatores ambientais e as técnicas silviculturais, que compõem fatores importantes para a minimizar os custos e diminuir o tempo de formação do povoamento (LIMA FILHO et al., 2019). Uma das especiais mais utilizadas com a finalidade de recomposição florestal, se destaca a *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna (paineira) (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2009).

A *Ceiba speciosa* (A.St.-Hil.) (Paineira ou Barriguda) é uma espécie de porte arbóreo, nativa, pertencente à família da Malvaceae com cerca de 15 a 30 m de altura, considerada secundária, ocorre em vários estados do Brasil entre outros países. Em decorrência da elevada adaptação e acelerado crescimento, é amplamente utilizada para reflorestamento na e recuperação de áreas degradadas, além de ter sua importância econômica voltada

para paisagismo, na arborização rural e urbana, para produção de madeira e carvão vegetal. (LAZAROTTO et al., 2011; SABONARO et al., 2015).

Todavia, a produção de mudas em viveiros florestais condicionadas a técnicas silviculturais com o uso de sementeiras associadas ao transplantio é usada para acelerar a produção das mudas. Em geral, este manejo visa proporcionar condições ideais acarretando em um máximo crescimento, gerando plântulas de boa qualidade e que sejam obtidas em um período mínimo de tempo (PINTO et al., 2016).

Em face disso, promover da qualidade das mudas aptas para o plantio, é datado como sendo a capacidade das mesmas de resistirem às condições adversas encontradas no campo e produzirem árvores vigorosas e com características desejáveis e para tanto fatores como a qualidade das sementes afetam diretamente a formação das mudas (CALDEIRA et al., 2013; LIMA FILHO et al., 2019).

Em detrimento disso, é sabido que a semente é o principal meio de multiplicação das espécies arbóreas e, por isto, o conhecimento sobre produção e tecnologia de sementes florestais assume importância fundamental no processo, principalmente em relação a germinação, vigor, e bem como avaliação inicial das plântulas, culminado no no sucesso da propagação da cultura no campo e estabelecimento das mesma (LAZAROTTO et al., 2013). Diante disso o presente trabalho tem como objetivo, avaliar parâmetros fisiológicos de sementes, bem como avaliação inicial de mudas de paineira.

## 2 I MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro florestal pertencente ao departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia-PB, no período de 14 de fevereiro até 26 de abril de 2019. As sementes foram coletadas e foram oriundas de uma planta-matriz da espécie estudada que se encontra sob as coordenadas: latitude 06º57’58’’S e longitude 035º42’55’’W.

O teste de emergência foi realizado de forma adaptada conforme BRASIL (2009). Foram utilizadas 100 sementes, distribuídas em quatro repetições de 25 sementes, onde foram colocadas em uma bandeja com areia lavada e umedecidas com água até a saturação, com posteriores regas diárias. Foram feitas contagens do 8º ao 11º dia.

A primeira contagem de emergência foi conduzida conjuntamente com o teste de emergência, onde se contabilizou as sementes emergidas no oitavo dia após a semeadura (BRASIL, 2009). O índice de velocidade de emergência (IVE) foi conduzido em conjunto com o teste de emergência, onde foi anotado diariamente o número de sementes emergidas.

O índice de emergência foi determinado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVE = E1+E2+E3...+Nn/ N1+N2+...Nn$$

Onde: IVG = índice de velocidade de emergência;

E1, E2 e En = número de sementes emergidas no primeiro, segundo e último dia; N1, N2 e Nn = número de dias decorridos da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

Para a determinação de índice de pega das mudas as sementes foram semeadas em canteiros contendo como substrato areia lavada. Dez dias após o semeio as plântulas foram transplantas para sacos de polietileno de dimensão 15x20 cm, contendo como terra preta, com alto teor de matéria orgânica. O transplanto foi realizado 10 dias após a semeadura, totalizando 100 mudas transplantas. Transcorrido 8 dias, foi feita a avaliação do índice de pega. A avaliação foi feita visualmente, caracterizando-se observando plantas vivas e plantas mortas.

A avaliação do crescimento inicial das mudas foi feita conforme adapatação de Marana et al (2008). As mesmas se iniciaram 21 dias após o transplantio (DAT) e se deram de até o 84 DAT, totalizando 4 avaliações. Foram determinadas as seguintes características: número de folhas (NF); altura da parte aérea (AP), expressa em cm, medida com régua milimetrada, a partir do coleto até a gema apical; diâmetro do coleto (DC), expresso em mm, medido utilizando-se um paquímetro digital (Paquímetro digital Leetools®) com precisão de 0,01mm. Foram avaliadas 100 mudas no total, e para expressar os resultados foi feito uma média aritmética.

Os dados de crescimento foram submetidos á analise de regressão realizada no programa Microsoft Excel 2010®.

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis de qualidade fisiológica das sementes, obteve-se uma emergência (EM) de 69%, primeira contagem de emergência (PCE) de 61% e um índice de velocidade de emergência (IVE) de 33,35%. Os valores encontrados são tidos como satisfatórios, tendo em vista que é uma espécie florestal com sementes ortodoxas e que são caracterizadas por terem baixa emergência.

Neto e De Paula (2017) avaliando a variabilidade entre 36 árvores matrizes de *Ceiba speciosa* St. Hil para características de frutos e sementes, obtiveram para variáveis fisiológicas de sementes, uma germinação variando de 29 a 100% de germinação e índice de velocidade de germinação com dados transformados variando de 0,29 a 3,78. Esses dados corroboram e evidenciam a alta variabilidade entre plantas matrizes e que culminam em arvores com alto percentagem de emergência

Lemes (2011) avaliando a germinação das sementes em diferentes maturações do fruto conseguiu índices de 83% para sementes oriundas de frutos com 163 dias após a antese.

Para o índice de pega, obteve-se 100% para esta variável, dentro do período avaliado. Tal característica é importante para mostrar a viabilidade da produção e manejo

de mudas em viveiro florestais, principalmente por ainda ser incipientes os trabalhos com a espécie.

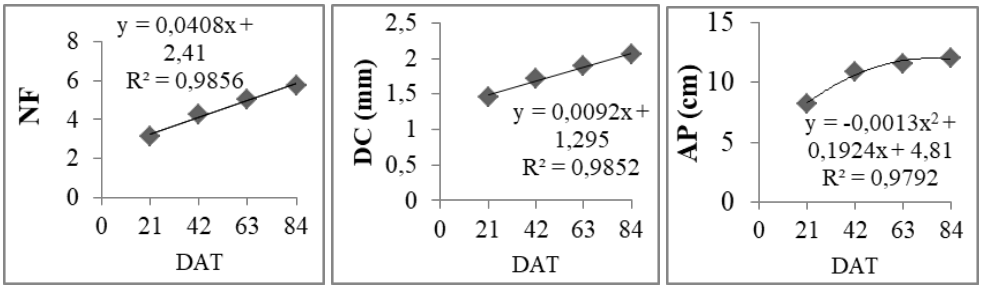



Figura 1: Análise de regressão, feitas a partir do número médio de folhas, diâmetro do caule e comprimento de plantas variando os períodos de avaliação.

Na figura 1, mostra o número médio de folhas frente ao número dias após o transplantio. A análise de regressão se ajustou ao modelo linear, sendo que aos 84 dias a plântulas apresentaram em média 5 folhas. Esse número não foi maior, devido a alto sombreamento no local onde se encontravam as mesmas.

Para variável diâmetro de caule, a mesma se ajustou a análise regressão linear, obtendo valores maiores do que 2 mm de caule aos 84 dias após o transplantio. Para o comprimento de plantas, os dados se ajustaram a analise regressão polinomial, e ao final da avaliação as plântulas estavam com altura média de 12 cm.

Como já foi mencionado o desenvolvimento das plantas provavelmente foi afetada pelo alto índice de sombreamento do local, porém os dados se mostraram muito favoráveis. Guariz e colaboradores (2006) avaliando crescimento de mudas de paineira submetidas a diferentes níveis de sombreamento, concluíram que altos níveis de sombreamento são desfavoráveis ao crescimento e diâmetro da paineira. Alonso et al., (2018) avaliando os substratos com diferentes proporções de biossólidos e fibra de coco no crescimento e qualidade de mudas de *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna, verificaram que para altura de planta e diâmetro do colo, o gráfico apresentou um padrão de crescimento linear quando submetidos a regressão.

## 4 I CONCLUSÕES

Nas condições testadas, a sementes apresentaram boas características fisiológicas e bom grau de uniformidade quanto as variáveis estudas.

As mudas apresentaram índice de pega de 100%, com elevadas características de crescimento inicial, mesmo sendo afetadas pelo sombreamento local.

## REFERÊNCIAS


ALONSO, J. M.; ABREU, A. H. M. D.; MELO, L. A. D.; LELES, P. S. D. S.; CABREIRA, G. V. **Biosolids as substrate for the production of** *Ceiba speciosa* seedlings. CERNE, v. 24, n. 4, p. 420-429, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**. Regras para análise de sementes**. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 395p. 2009.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; FARIA, J. C. T.; JUVANHOL, R. S. **Substratos alternativos na produção de mudas de** *Chamaecrista desvauxii*. Revista Árvore, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 31-39, 2013.

LAZAROTTO, M.; MUNIZ, M. F. B.; BELTRAME, R.; SANTOS, A. F. D., MEZZOMO, R.; PIVETA, G.; BLUME, E. **Qualidade fisiológica e tratamentos de sementes de** *Cedrela fissilis* **procedentes do Sul do Brasil**. Revista Árvore, v. 37, n. 2, p. 201-210, 2013.

LAZAROTTO, M.; PIVETA, G.; MUNIZ, M. F. B.; REINIGER, L. R. S. **Adequação do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de** *Ceiba speciosa*. Semina: Ciências Agrárias, v. 32, n. 4, p. 1243-1250, 2011.

LEMES, E.Q. **Qualidade fisiológica de sementes de paineira em função do estádio de maturação, temperaturas cardinais e estresse salino**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo. 2011.

LIMA FILHO, P.; LELES, P. S. D. S.; ABREU, A. H. M. D.; SILVA, E. V. D.; FONSECA, A. C. D. **Produção de mudas de** *Ceiba speciosa* **em diferentes volumes de tubetes utilizando o biossólido como substrato**. *Ciência Florestal*, v. 29, n. 1, p. 27-39, 2019.

MAGUIRE, J. D. Speed of Germination - Aid In: **Selection And Evaluation for Seedling Emergence And Vigor**. *Crop science*, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARANA, J. P.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, É. D. P.; KAINUMA, R. H. **Seedling quality in coffee grown incontainers**. Ciência Rural, v. 38, n. 1, p. 39-45, 2008.

NETO, A. R.; PAULA, R. C. **Variabilidade entre árvores matrizes de** *Ceiba speciosa* St. Hil **para características de frutos e sementes**. Revista Ciência Agronômica, v. 48, n. 2, p. 318-327, 2017.

PINTO, J. R. D. S.; DOMBROSKI, J. L. D.; SANTOS JUNIOR, J. H. D.; SOUZA, G. O. D.; FREITAS, R. **Growth of** *Mimosa caesalpiniifolia* Benth**., under shade in the northeast semi-arid region of Brazil**. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 2, p. 384-392, 2016**.**

RODRIGUES, R. R.; ISERNHAGEM, I.; BRANCALION, P. H. S. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**, 2009.

SABONARO, D. Z.; SOARES, R. N.; ARAÚJO, P. A. A.; SILVA, B. M. S.; BARBOSA, J. M. **Secagem de sementes de** *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna. Scientia Amazonia, v. 4, n.3, 48-53, 2015.

# CAPÍTULO 20

# PROJETO CONCEITUAL DE UMA ESTEIRA SELETORA DE CAFÉ DESENVOLVIDA A PARTIR DE UM SENSOR DE COR INTEGRADO COM A PLATAFORMA ARDUÍNO

*Data de aceite: 03/05/2021*
*Data de submissão: 10/11/2020*

**Alexander Carvalho Ramos**
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro
http://lattes.cnpq.br/4401733476053456

**Igor Santos de Melo**
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro
http://lattes.cnpq.br/8873853941725259

**Myrna Martins Santos Moreira**
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro
http://lattes.cnpq.br/0734516494531925

**Suelen Marques de Oliveira Durão**
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro
http://lattes.cnpq.br/1691172878890748

**Anderson Gomide Costa**
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro
http://lattes.cnpq.br/6959807888629144

**Marcus Vinícius Morais de Oliveira**
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro
http://lattes.cnpq.br/6164315892344545

**RESUMO:** A inserção de processos automatizados na agricultura é cada vez mais necessária para o aumento da qualidade dos produtos e da produção no setor agroindustrial. Devido ao alto custo e falta de capacitação técnica, a acessibilidade de tecnologias voltadas para o pequeno produtor é comprometida. Na cultura do café, o uso de sistemas automatizados visando a separação dos frutos de café, como uma esteira seletora automática, pode possibilitar uma classificação mais eficiente e menos onerosa quando comparada a outras tecnologias comumente utilizadas nesta etapa. O objetivo do trabalho foi apresentar um projeto conceitual de uma esteira seletora automatizada a partir de um sensor de cor, que seja capaz de selecionar de frutos de café de acordo com seu grau de maturação. Uma matriz morfológica foi criada para obter soluções para o desenvolvimento da estrutura e mecanismos da esteira. A partir destas soluções, foi gerado o projeto conceitual da máquina utilizando o CAD 3D SolidWorks. Além do mais, foi desenvolvido um algoritmo para ser implementado em uma placa microcontroladora Arduino Uno, visando a aquisição do sinal de um sensor de cor e a tomada de decisão sobre o destino do fruto na esteira em função da cor associada a maturação. Espera-se que a partir deste projeto conceitual possa-se gerar um protótipo de uma esteira seletora de café de baixo custo, eficaz e financeiramente acessível a pequenos cafeicultores.

**PALAVRAS–CHAVE**: Automação, colorimetria, pós-colheita.

## CONCEPTUAL DESIGN OF A COFFEE CONVEYOR BELT DEVELOPED FROM A COLOR SENSOR INTEGRATED WITH THE ARDUINO PLATFORM

**ABSTRACT**: The insertion of automated processes in agriculture is increasingly necessary to increase the quality of products and production in the agro-industrial sector. Due to the high cost and lack of technical training, the accessibility of technologies aimed at small farmers is compromised. In coffee culture, the use of automated systems to separate coffee fruits, such as an automatic sorting mat, may enable a more efficient and less costly classification when compared to other technologies commonly used in this stage. The objective of the work reserarch was to present a conceptual design of an automatic selector conveyor belt, based on a color sensor, which is capable of selecting coffee fruits according to their degree of ripeness. A morphological matrix was created, to obtain solutions for the development of the structure and mechanisms of the conveyor belt. From these solutions, the conceptual design of the machine was generated using 3D CAD SolidWorks. Furthermore, an algorithm was developed to be implemented on an Arduino Uno microcontroller board, aiming to acquire the signal from a color sensor, and the decisions about the destination of the fruit on the conveyor belt. It is expected that from this conceptual project it will be possible to generate a prototype of a low cost, efficient and financially accessible coffee conveyor belt for small coffee producers.
**KEYWORDS**: Automation, colorimetry, post-harvest.

## 1 I INTRODUÇÃO

O café brasileiro está entre as *commidities* mais importantes do mundo, sendo o Brasil, o maior exportador mundial desse produto, gerando significativo impacto para a economia nacional (FALEIROS & TOSI, 2019; LEME, 2016) e impulsionando o valor do Produto Interno Bruto (PIB). Além disso, o cultivo de alimentos por meio da agricultura familiar possui grande representatividade na produção brasileira. Porém, a disponibilidade de recursos tecnológicos acessíveis para esta demanda é baixa, fazendo com que a produção seja realizada de forma manual (MENDONÇA, 2019).

A colheita seletiva do café tem como propósito principal a agregação de valor ao produto e o incremento de produtividade, principalmente motivada pelos melhores preços que diversos exportadores vêm praticando para o produto de qualidade (ROCHA et al., 2009).

Utilizar a automação por meio de dispositivos de prototipação, como o Arduino, é uma alternativa acessível e de fácil uso, quando comparado a outras placas com maior poder de processamento (CUNHA & ROCHA, 2015), e que visa contribuir para a seleção dos frutos com precisão. Veloso (2013), desenvolveu dois sistemas automatizados para uma colhedora de café utilizada em regiões montanhosas com base no CLP (controlador lógico programado) e no Arduino. Ao comparar os dois sistemas o autor indicou que o Arduino obteve um bom aproveitamento, embora não tenha alcançado a precisão do CLP.

Leme (2016), também utilizou o Arduíno para automatizar processos envolvendo a

cultura cafeeira, a partir do desenvolvimento de um sistema de controle e gerencialmente de dados de cafés especiais. A escolha foi devido ao seu baixo custo, fácil manuseio e confiável caracterização de objetos.

Desta forma, visto o grande potencial de aplicação do microcontrolador Arduíno para a cultura do café, este trabalho teve o objetivo de apresentar um projeto conceitual de esteira seletora automatizada, a partir de um sensor de cor, que seja capaz de selecionar frutos de café de acordo com seu grau de maturação.

## 2 I MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de máquinas e mecanização, do Departamento de Engenharia, pertencente ao Instituto de Tecnologia da UFRRJ, situado no município de Seropédica – RJ. Primeiramente, foi desenvolvida uma matriz morfológica, baseada em funções e soluções, como no trabalho de Oliveira et al., (2017) que utilizou a matriz morfológica como técnica para desenvolver o conceito de um protótipo de uma capinadora de plantas daninhas para canteiro de hortaliças. Dessa maneira, houve discussões entre os integrantes do grupo de execução do projeto (brainstorming), visando obter possibilidades de soluções para as diferentes funcionalidades do projeto.

Na matriz traçada, foram definidas soluções associadas as seguintes funções inseridas no projeto: entrada dos frutos, transporte, seleção dos frutos, e armazenamento dos frutos classificados. Após a apresentação de ao menos três possibilidades para cada função do projeto, foram escolhidas as opções consideradas de mais fácil adaptação ao projeto, construção e menor custo.

Diante destas informações, o projeto conceitual foi desenvolvido por meio da ferramenta de CAD 3D SolidWorks, voltada a prototipagem virtual de projetos mecânicos. Além do projeto conceitual, também foi desenvolvido um algoritmo para ser implementado em uma placa microcontroladora Arduino Uno, por meio do Ambiente de desenvolvimento Integrado (IDE), com linguagem em C++; para aquisição do sinal do sensor de cor, para processamento da informação e tomada de decisão de acordo com o programado.

O sensor de cor utilizado foi o modelo TCS3472 da TAOS, que fornece um retorno digital de vermelho, verde e azul. Sua função no circuito será a de obter leituras colorimétricas dos níveis de vermelho, azul e verde dos frutos de café. Tais valores, serão relacionados ao estádio de maturação dos frutos e utilizados para tomada de decisão do algoritmo.

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, é apresentado o fluxograma com as possibilidades selecionadas a partir da matriz morfológica para o desenvolvimento da esteira seletora de café. Por meio da ação gravitacional, espera-se que o funil permita a passagem de um fruto por vez, o qual será deslocado para frente pela ação da esteira, possibilitando o declínio ao final

do seu percurso; e consequentemente, o movimento dos demais frutos no sistema. Ao atingir o raio de alcance do sensor, os frutos serão classificados de acordo com sua cor, e separados pela placa retangular controlada pelo servomotor, que estará instalado na protoboard, e por conseguinte, ao Arduino, seguindo as recomendações de seu datasheet.

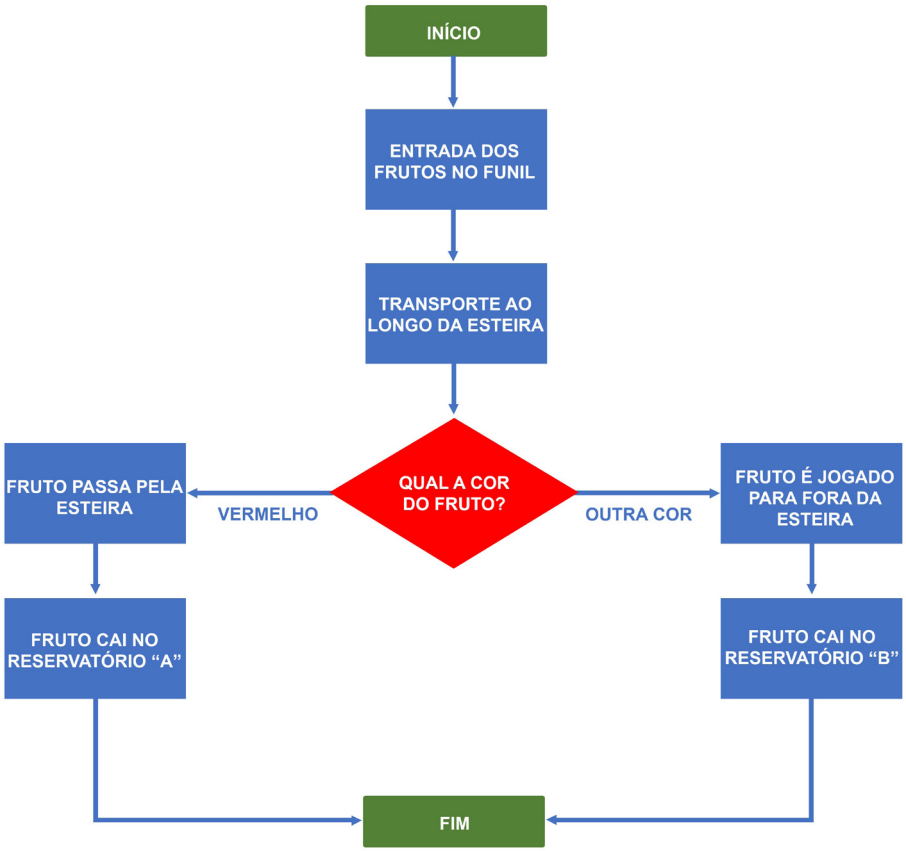



FIGURA 1. Fluxograma com as funções e soluções obtidas a partir da matriz morfológica para desenvolvimento da esteira seletora de café.

Nas Figuras 2A e 2B é possível observar a vista isométrica, do projeto conceitual desenvolvido no SolidWorks, sem medidas de projeto, do sistema que irá receber os frutos colhidos, transportá-los ao separador e classificá-los em função da cor. A composição prevista, contará com materiais metálicos e de marcenaria para os suportes do funil, assim como para confecção da estrutura da esteira, além de lona de borracha para transporte dos frutos. A futura prototipagem do projeto conceitual, objetivará a atingir tamanho compacto, procurando atender a demanda dos produtores por dispositivos móveis e baixo custo.

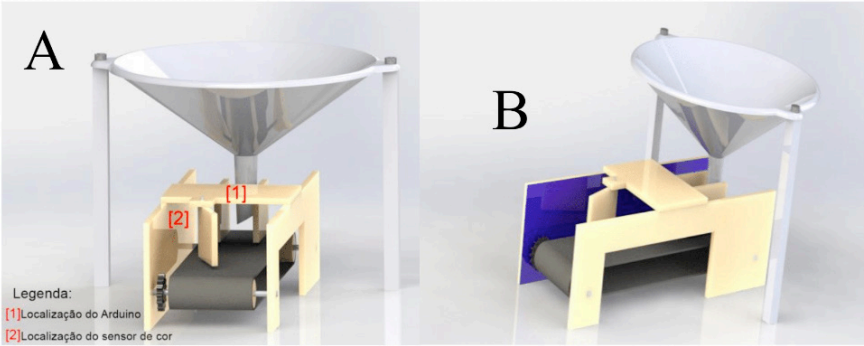



FIGURA 2. Vista isométrica do modelo desenvolvido na ferramenta de CAD 3D SolidWorks (A); vista com lado em que o sensor será instalado destacado (B).

Na estrutura demonstrada o funil, será responsável pela entrada dos frutos. Uma esteira será responsável pelo transporte dos frutos. Roletes, hastes cilíndricas e engrenagens serão responsáveis pela transmissão do movimento gerado pelo motor, e, por atrito, realizará o movimento da lona. Suportes laterais servirão para a fixação de toda a estrutura de transporte dos frutos e suporte aos equipamentos eletrônicos localizado na parte superior da estrutura. Hastes retangulares darão apoio ao funil, enquanto as placas paralelas retangulares servirão como guia para os frutos a partir do momento de sua queda na esteira. Por fim, outra placa retangular, sendo esta, o órgão ativo de separação dos frutos, será inserida à frente na esteira.

O circuito eletrônico, será constituído por uma placa microcontroladora Arduino Uno, que será responsável pela aquisição do sinal do sensor de cor, pelo processamento da informação e tomada de decisão de acordo com o programado, realizando o envio do sinal ao servomotor para que execute a separação dos frutos. Uma Protoboard de 400 pinos será a matriz de contatos do circuito, de modo a facilitar as ligações eletrônicas. Um motor de corrente contínua 12V fornecerá a energia cinética necessária ao funcionamento da esteira. Um servomotor será responsável pelo movimento da placa de separação dos frutos a partir do sinal enviado pelo Arduino. Uma luz LED possibilitará a verificação do funcionamento do circuito eletrônico de modo visual.

## 4 I CONCLUSÕES

As soluções propostas para as funções da esteira seletora de frutos do café foram gerando um projeto conceitual de um sistema automatizado de classificação com base na cor. Espera-se que a esteira seletora desenvolvida possibilite alta eficiência na operação de classificação dos frutos de café em função da maturação e que seja financeiramente acessível a pequenos cafeicultores.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e ao Grupo de Automação, Mecanização e Máquinas Agrícolas – GAMMA.

## REFERÊNCIAS

CUNHA, K. C. B. da; ROCHA, R.V. **Automação no processo de irrigação na agricultura familiar com plataforma Arduíno**. Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, Tupã, v. 1, n. 2, p. 62-74, 2015.

FALEIROS, R.N; TOSI, P. G. **O Café no Brasil: Produção e Mercado Mundial na primeira metade do século XX.** História Econômica & História de Empresas, v. 22, p. 309-343, 2019.

LEME, D. S. **Reconhecimento de padrões em torra de cafés especiais e integração de informações no processo de análise sensorial.** 2016. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas e Automação) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. 2016. 143p.

OLIVEIRA, R. T. C. D., OLIVEIRA, M. V. M. D., BARROS, M. M., COSTA, A. G. **Desenvolvimento de um protótipo para remoção de plantas daninhas em canteiros de hortaliças.** In: CONGRESSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA – CONBEA, 46., 2017, Maceió. Anais: CONBEA, 2017.

MENDONÇA, A. T.; MENDONÇA, G. T. **Automação no agronegócio de pequeno porte: protótipo para seleção de morangos com uso de visão computacional e inteligência artificial**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019. 94p.

ROCHA, A. C. da; FORNAZIER, M. J.; COSTA, H.; PREZOTTI, L. C.; BOREL, R. M. A.; FERRAO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da. **Colheita seletiva de café arábica em região de altitude do Estado do Espírito Santo**. In: 34° CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 2008, Caxambú - MG. Anais. Brasília, DF: Embrapa Café, 2009.

VELOSO, G. V. **Automação do sistema de direção de colhedora de café.** 2013. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- MG, 2013. 62p.

# CAPÍTULO 21

# VARIAÇÃO ESTACIONAL DAS BACIAS LEITEIRAS EM FUNÇÃO DAS ANÁLISES ECONÔMICO-FINANCEIRAS NO BRASIL E NAS PROPRIEDADES RURAIS

*Data de aceite: 03/05/2021*
*Data de submissão: 04/02/2021*

**Fernanda Giácomo Ragazzi**
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
IZ-DPA
Seropédica/RJ
http://lattes.cnpq.br/5163727526055668

**Thérèsse Camille Nascimento Holmström**
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
IZ-DPA
Seropédica/RJ
http://lattes.cnpq.br/8222063891834662

**Dayane Aparecida Santos**
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
IZ-DPA
Seropédica/RJ
http://lattes.cnpq.br/6373271617531774

**Nelma Pinheiro Fragata**
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
IZ-DPA
Seropédica/RJ
http://lattes.cnpq.br/6238318220617766

**Elisa Cristina Modesto**
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, DZ
Porto Alegre, RS
http://lattes.cnpq.br/4560148363510585

**RESUMO:** O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito das estações do ano nas regiões brasileiras e os impactos gerados no custo de produção e no resultado econômico-financeiro das propriedades rurais nas diferentes bacias leiteiras. Foi analisado um banco de dados relativos à produtores de leite fornecedores de uma indústria de transformação e produção de lácteos de âmbito nacional, localizados nas regiões Centro-Oeste, Nordeste, Sul e Sudeste em um período de 48 meses, totalizando 5.094 produtores. Utilizou-se o procedimento PROC GLM do software SAS (versão 9.4), sendo os resultados submetidos à análise de variância e, quando significativo, foram realizadas comparações múltiplas entre as médias dos tratamentos pelo teste Tukey, a 5%. O indicador margem bruta foi mais expressivo para os produtores da bacia na região Sul nas quatro estações do ano e na estação de outono para os produtores na bacia Sudeste. O ROIC foi mais expressivo para os produtores na região Sul. O custo total foi maior para os produtores da região Centro-Oeste e menores para os produtores da região Sul. A alimentação concentrada sofreu efeito estacional, sendo o insumo de maior impacto no custo de produção entre os produtores nas regiões Centro-Oeste e Sudeste nas estações de inverno e primavera e entre os produtores das regiões Nordeste e Sul, nas estações de primavera e verão. O item mão de obra permanente apresentou maior custo para os produtores do Nordeste. Enfim, as estações do ano interferiram diretamente no comportamento dos custos e no resultado econômico-financeiro das propriedades rurais em todas as regiões leiteiras, de modo que apenas os produtores da região Sul, apresentaram maior eficiência e controle econômico quanto aos indicadores analisados.

**PALAVRAS-CHAVE**: Custos de produção. Pecuária leiteira. Regiões Brasileiras.

## STATIONARY VARIATION OF MILK BASINS AS A FUNCTION OF ECONOMIC-FINANCIAL ANALYSIS IN BRAZIL AND RURAL PROPERTIES

**ABSTRACT**: The objective of the present work was to evaluate the effect of the seasons in the Brazilian regions and the impacts generated in the production cost and in the economic-financial result of the rural properties in the different dairy basins. A database was analyzed on milk producers that are suppliers of a nationwide dairy processing and production industry, located in the Midwest, Northeast, South and Southeast regions over a period of 48 months, totaling 5,094 producers. The PROC GLM procedure of the SAS software (version 9.4) was used, and the results were subjected to analysis of variance and, when significant, multiple comparisons were made between the treatment means by the Tukey test, at 5%. The gross margin indicator was more expressive for producers in the South region in the four seasons and in the autumn season for producers in the Southeast basin. ROIC was more expressive for producers in the South region. The total cost was higher for producers in the Midwest region and lower for producers in the South region. Concentrated food suffered a seasonal effect, with the input having the greatest impact on the cost of production between producers in the Midwest and Southeast regions in the winter and spring seasons and between producers in the Northeast and South regions, in the spring and summer seasons. The item permanent labor had a higher cost for producers in the Northeast. Finally, the seasons directly interfered in the behavior of costs and in the economic-financial result of rural properties in all dairy regions, so that only producers in the South region showed greater efficiency and economic control regarding the indicators analyzed.
**KEYWORDS**: Production costs. Dairy farming. Brazilian Regions.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da cadeia produtiva do leite está intimamente relacionado com as características geopolíticos, econômicas e sociais inerentes ao país de acordo com as regiões existentes. De acordo com Soares (2012), essa concentração da produção de leite em algumas regiões ocorreu em função da história da colonização do país, do clima favorável a atividade leiteira e do baixo custo imputado para a mão de obra.

Atualmente, em função da produção estar amplamente difundida no país, para manter-se na atividade com bons índices e ganhos financeiros, o conhecimento quanto ao planejamento econômico e produtivo, deve estar presente dentro das propriedades rurais. De acordo com Rodrigues et al. (2009) aproximadamente 70% dos produtores que têm dificuldades no setor, não conseguem pagar os custos de produção envolvido na atividade devido ao elevado montante de capital imobilizado em relação ao baixo nível de produção em função da falta de ferramentas de controle gerencial.

A busca pela eficiência produtiva dentro das propriedades leiteiras tem exigido dos produtores e dos técnicos conhecimento mais amplo da atividade, permitindo a permanência das propriedades de forma competitiva no mercado.

Diversas transformações na produção ao longo dos anos, dentre outros fatores, têm contribuído para que os produtores de leite reflitam sobre a realidade de se administrar bem a atividade tornando-se mais eficientes em função do controle dos custos e resultados econômicos (GOMES, 2009). De acordo com Santos e Fonseca (2007), o estudo da regionalização da produção de leite que é uma tarefa complexa e exige muitas análises, é uma ferramenta importante por permitir a compreensão da esfera conjuntural dos estados além de ampliar as projeções sobre o futuro do agronegócio no Brasil quanto a comercialização de insumos e a variação sofrida dentro das propriedades rurais ano após ano quanto a rebanho e as práticas de produção. Porém ainda são escassos os trabalhos com esse enfoque científico.

Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito das estações do ano nas regiões brasileiras e os impactos gerados no custo de produção e no resultado econômico-financeiro das propriedades rurais nas diferentes bacias leiteiras.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi compilado e analisado um banco de dados relativos à produtores de leite fornecedores de uma indústria de transformação e produção de lácteos de âmbito nacional mediante a assinatura de um contrato de confidencialidade quanto ao anonimato da empresa e nomes dos produtores utilizados neste trabalho. Foi disponibilizado o programa computacional utilizado pelos técnicos da empresa e a partir de então, os dados de interesse para o trabalho foram transpostos para o programa da *Microsoft* Excel® para a elaboração das planilhas estatísticas.

O banco de dados foi atualizado todos os meses mediante as visitas dos técnicos nas propriedades rurais pertencentes ao cadastro da empresa. Para este trabalho, utilizou-se as informações mensais do banco de dados relativos ao período de 48 meses (julho/2010 a junho/2014) de produtores localizados nas regiões Centro-Oeste, Nordeste, Sudeste e Sul do país, onde a empresa possuía planta de captação de leite *in natura*. Foram utilizados ao longo dos anos no presente trabalho, os produtores pertencentes a empresa com o mínimo de 12 meses de informações disponíveis por ano, sendo um total de 5.094 (cinco mil e noventa e quatro) produtores selecionados de todas as bacias analisadas. Para determinação dos resultados buscando avaliar a estacionalidade, as propriedades rurais foram agrupadas através do programa da *Microsoft Excel®* iniciando pela bacia leiteira de acordo com as respectivas regiões Centro-Oeste, Nordeste, Sudeste e Sul e, por conseguinte, de acordo com as estações do ano: Inverno (junho, julho e agosto), Primavera (setembro, outubro e novembro), Verão (dezembro, janeiro e fevereiro) e Outono (março, abril e maio).

Para determinar a influência das estações do ano sobre as bacias leiteiras no desempenho econômico e zootécnico, foram extraídos do banco de dados, informações

concernentes à composição relativa e absoluta dos elementos que compunham os custos totais de produção, segundo a metodologia do profissional que desenvolveu o programa computacional (BEZERRA, 2009). Para a análise de desempenho econômico foram calculados os indicadores: Margem Bruta e Margem Líquida, de acordo com a metodologia de Lopes e Carvalho (2001), além do indicador denominado de ROIC (Retorno sobre o capital investido), fornecido diretamente pelo programa computacional. Os custos foram classificados administrativamente e unicamente de acordo com a variação quantitativa em custos que podem variar com o volume produzido (custos variáveis) ou que podem permanecer constantes independentemente do volume produzido (custos fixos) de acordo com a metodologia de Bezerra (2009). Eventualmente, alguns custos relacionados a itens que subsidiam o processo de produção que podem ocorrer antes, durante, após ou em duas ou mais dessas etapas, concomitantemente com o processo de produção, são classificados como despesas, sendo as mais recorrentes destinadas a despesas administrativas, financeiras ou marketing.

Para a análise estatística, utilizou-se o procedimento PROC GLM do software SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.4). Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando observado efeito significativo, realizaram-se comparações múltiplas entre as médias dos tratamentos pelo teste Tukey, a 5% de significância.

$$Yij = \mu + \beta j + \alpha i + \gamma + \alpha i\gamma + eijk$$

em que *Yi* é o dado referente à i-ésima bacia leiteira; $\mu$ é a média geral observada; $\beta$ é o efeito do i-ésimo associado à bacia, $\gamma$ é o efeito associado a estação do ano, $\alpha$ é o efeito associado a planta e a$\gamma$ é o efeito associado a interação planta e estação do ano e *e* é o erro aleatório associado às variações nos dados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito da bacia leiteira e das estações do ano ($P<0,05$) com relação aos indicadores de desempenho Margem Bruta, Margem Líquida e ROIC (Tabela 1) para os produtores analisados nas diferentes regiões leiteiras.

| Margem Bruta (R$/L) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| Centro-Oeste | 0,21fg | 0,20fg | 0,19g | 0,26def |
| Nordeste | 0,27cdef | 0,24efg | 0,25defg | 0,22fg |
| Sudeste | 0,31cd | 0,27def | 0,30cde | 0,35ab |
| Sul | 0,38a | 0,33bc | 0,32bcd | 0,36ab |
| Margem Líquida (R$/L) | | | | |
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| Centro-Oeste | 0,12a | 0,17a | 0,11a | 0,18a |
| Nordeste | 0,30a | 0,24a | 0,16a | 0,20a |
| Sudeste | 0,16a | 0,14a | 0,23a | 0,23a |
| Sul | 0,26a | 0,22a | 0,20a | 0,22a |
| Retorno sobre o capital investido (%/mês) | | | | |
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| Centro-Oeste | 0,93de | 1,03d | 0,72e | 0,92de |
| Nordeste | 0,06h | 0,04h | 0,06h | 0,06h |
| Sudeste | 0,43f | 0,41fg | 0,36g | 0,34g |
| Sul | 1,61a | 1,45ab | 1,20c | 1,28b |

Médias na linha seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de 5%

Tabela 1. Margem Bruta, Margem Líquida e Retorno sobre o capital investido, nas diferentes regiões do país, Centro-Oeste, Nordeste, Sudeste e Sul

O indicador Margem Bruta por litro de leite, auxilia na verificação econômica da atividade, permitindo analisar se a atividade está remunerando (MB > 0) ou endividando (MB<0) aos produtores no curto prazo. Como os produtores nas diferentes regiões leiteiras obtiveram Margens Brutas positivas, pode-se dizer que a atividade leiteira no curto prazo, apresentou-se favorável ao crescimento da renda para esses produtores e permitiu sua continuação ao longo dos anos analisados. Os resultados foram semelhantes aos encontrados por Moraes (2004) em pesquisas regionais onde a atividade leiteira apresentou margem bruta positiva. Em estudo realizado por Parré et al. (2010), os autores verificaram que a região Sul apresentou muitos avanços na pecuária leiteira, principalmente em questões de melhoria de tecnologias de produção, associadas a fatores técnicos e organizacionais. Esse fato, também poderia ser a justificativa para a maior obtenção de ganhos produtivos de Margem Bruta em relação aos demais produtores nas diferentes regiões brasileiras.

O indicador Margem Bruta, sofreu efeito da estacionalidade da produção leiteira nas diferentes regiões, possivelmente em função da demanda do leite *in natura* e pela

variação no preço do leite e dos insumos utilizados na produção. Outra possibilidade para a estacionalidade da Margem Bruta para os produtores localizados na região Sudeste e na região Sul pode ser explicada em função do maior preço recebido pelos produtores como forma de incentivo para aumento da produção ao longo dos meses de produção (CEPEA, 2017).

Com o aumento da receita, tem-se uma maior diluição dos custos de produção, o que não necessariamente indica que o custo diminuiu e sim que a margem de lucro está maior (FASSIO et al., 2006; LOPES et al., 2007; PRADO et al., 2007).

Contudo, no Sul do país, tem-se a vantagem da possibilidade de uso de forrageiras de inverno, além da produção a base de mão de obra familiar, que tornam a região no momento de entressafra, eficiente quanto ao momento de valorização do preço do leite nesses meses do ano (IPARDES, 2010).

Informações disponibilizadas pelo CEPEA (2017) mostraram que as estações de outono e inverno são marcadas pela entressafra no país gerando oscilações com menores captações de leite e maior demanda pelo mesmo, exigindo por parte das empresas, aumento no preço do leite destinado ao produtor como forma de estimulo ao aumento da produção de leite dentro das propriedades. Os produtores com melhor preparo poderão aproveitar essa oportunidade do mercado no momento que ocorre alta nos preços do litro do leite.

Na região Sul, com a utilização de forrageiras de inverno e do clima que favorecem a produção, os produtores não sofrem o impacto negativo da sazonalidade. Já na região Sudeste, nos meses de entressafra, de acordo com Yanaguizawa (2017), os baixos preços de milho e do farelo de soja, contribuem para a redução no custo de produção nessa região, principalmente os produtores com planejamento e melhor preparados para as variações no mercado.

Não houve diferença estatística ($P>0,05$) na margem líquida entre os produtores nas diferentes regiões e nem para o retorno sobre o capital investido (ROIC). Nas propriedades localizadas na região Sul nas estações de inverno e primavera os resultados relativos ao ROIC foram superiores em relação as demais regiões, sendo ainda superior aos valores verificados para os produtores localizados na região Nordeste. Isso significou que para cada real investido, os produtores da região Sul poderiam almejar um ganho de R$ 0,61 e R$ 0,45 de retorno, respectivamente, no inverno e na primavera a partir do investimento de R$ 1,00, enquanto nesta mesma estação, os produtores do Nordeste apresentaram ganhos de R$ 0,06 e R$ 0,04.

Os maiores valores de ROIC obtidos pelos produtores na região Sul do Brasil podem estar relacionados ao uso de sistemas de produção familiar que de acordo com Berro et al (2014), permite que a produção de leite nesta região tenha melhor planejamento de suas atividades com estruturas adequadas aos sistemas de produção para a região culminando em maior rentabilidade econômica.

Houve efeito significativo (P<0,05) da bacia e da estação do ano no custo total, no custo médio, no custo variável, no custo fixo e nas despesas totais (Tabela 2).

Os produtores da região Sul apresentaram valores muito inferiores as demais regiões com relação aos custos totais nas estações de outono, verão, primavera e inverno (Tabela 2). Neste item, estão alocados os somatórios dos custos fixos e dos custos variáveis. Tendo os produtores da região Sul, apresentado os menores valores de custo total na atividade leiteira ao longo dos anos.

Houve efeito da bacia e da estação do ano (P<0,05) nos custos médios dos produtores analisados em todas as estações do ano para as regiões estudadas (Tabela 2). O custo médio é usualmente utilizado como uma variável que diz respeito a quanto custa ao produtor a produção de um litro de leite por dia. Este indicador é obtido a partir da divisão do custo total pela produção de leite em litros. Sendo assim, os produtores da região Centro-Oeste e os produtores localizados na região Sudeste, apresentaram os maiores custos médios por litro de leite, sendo que na região Centro-Oeste o maior valor de custo-médio por litro foi obtido na estação de outono e para os produtores da região Sudeste, os maiores valores formam obtidos nas estações de outono e de inverno. Esses resultados se assemelham aos encontrados por Lopes et al. (2009), onde, analisando diferentes regiões, verificaram que na região Sudeste, as médias de custos médios são superiores as demais localidades avaliadas.

| Custo total da atividade (R$/mês) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| Centro-Oeste | 22.390,31b | 23.635,93ab | 24.474,3a | 26.339,9a |
| Nordeste | 14.219,58cd | 13.914,32d | 13.392,81e | 13.359,64ef |
| Sudeste | 12.135,98f | 13.165,13ef | 14.340,95cd | 15.561,79c |
| Sul | 6.884,78g | 7.075,28g | 7.272,5g | 7.467,2g |
| Custo Médio (R$/L/mês) | | | | |
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| Centro-Oeste | 0,84a | 0,83ab | 0,84a | 0,85a |
| Nordeste | 0,77c | 0,77c | 0,77c | 0,79b |
| Sudeste | 0,83ab | 0,82ab | 0,82ab | 0,83ab |
| Sul | 0,63d | 0,64d | 0,65d | 0,66d |
| Custo Variável (R$/mês) | | | | |
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| Centro-Oeste | 16.581,62c | 17.564,75bc | 17.984,66b | 19.393,74a |
| Nordeste | 7.683,77g | 7.749,38fg | 7.702,9f | 8.109,57ef |
| Sudeste | 8.195,84e | 8.892,87de | 9.650,95de | 10.453,31d |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sul | 5.396,14h | 5.550,43h | 5.721,95h | 5.932,1h |
| | | Custo Fixo (R$/mês) | | |
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| Centro-Oeste | 4.728,28bc | 4.920,43bc | 5.254,35ab | 5.602,84a |
| Nordeste | 4.962,58b | 4.728,95bc | 4.464,48c | 4.222,03cd |
| Sudeste | 3.161,52e | 3.404,01de | 3.707,71de | 4.007,22d |
| Sul | 994,51f | 1.018,3f | 1.019,16f | 1.004,55f |
| | | Despesas Totais (R$/mês) | | |
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| Centro-Oeste | 1.080,41ef | 1.150,75e | 1.235,3d | 1.343,32c |
| Nordeste | 1.573,23a | 1.435,99b | 1.225,44de | 1.028,04f |
| Sudeste | 778,62g | 868,25g | 982,28g | 1.101,26ef |
| Sul | 494,12h | 506,54h | 531,39h | 530,54h |

Médias na coluna seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de 5%

Tabela 2. Custo total da atividade, Custo médio, Custo variável, Custo fixo e Despesas totais, nas diferentes regiões do país, Centro-Oeste, Nordeste, Sudeste e Sul

O custo médio para os produtores localizados na região Sul, apresentaram os menores valores na estação de inverno e maiores na estação de outono. Esses resultados se assemelham aos do CEPEA (2014), ao divulgar que a região Sul, teve a menor alta nos custos devido a um maior controle dos recursos empregados na produção, contrabalanceando o aumento das cotações dos insumos em função do custo de produção. Isso permitiu a essa região, uma margem positiva na produção de leite. De acordo com dados disponibilizados pelo CEPEA (2014) em um estudo nacional, foi verificado que no Centro-oeste, ocorreu o maior aumento nos custos nesta época do ano, influenciado pela alta generalizada dos preços dos insumos de produção. Motivo pelo qual, os produtores desta região podem estar em primeiro lugar como os detentores dos maiores custos de produção apresentados neste trabalho nas diferentes estações do ano.

Com relação as despesas totais (Tabela 2), os produtores localizados na região Nordeste na estação de inverno, apresentaram os maiores custos por mês. As despesas totais neste trabalho são referentes ao custo total de produção diretamente associado com o produto gerado dentro fazenda. São enquadrados como despesas totais os itens de comercialização, administração, recursos financeiros e gastos extra caixa. Bezerra (2009) atribuiu despesas como sendo os dispêndios com comercialização, transporte externo, embalagens, taxas e comissões sobre vendas, despesas administrativas, contabilidade, consultoria, energia elétrica, telefone, materiais de escritório, remuneração do produtor, despesas legais não relacionadas ao trabalho, pagamentos mensais de associações,

cooperativas e sindicatos, viagens a serviço e retirada do proprietário.

Houve efeito significativo (P<0,05) da bacia e das estações do ano para os elementos de custos de produção: Alimento concentrado, depreciação e corretivos, fertilizantes e defensivos (Tabela 3).

Na região Centro-Oeste, os altos custos com alimentação concentrada (Tabela 3) podem estar relacionados com os maiores custos com a produção e distribuição quantitativa dos grãos no manejo nutricional dos rebanhos que como consequência, encarecem a atividade leiteira. Vale destacar que a alimentação concentrada é um item de grande impacto econômico na atividade. De acordo com Reis et al. (2009), o manejo nutricional apresenta-se como o principal fator responsável pelo desempenho produtivo e pela lucratividade dos sistemas de produção, pois contribui como um dos insumos de maior percentual do total de custos que envolve a atividade.

Em estudos realizados por Matos (2002), o autor encontrou que existe uma relação economicamente viável entre os principais insumos utilizados nas propriedades leiteiras. Para que uma propriedade seja economicamente positiva, o item alimentação concentrada deve ser responsável por 25 a 35% dos custos totais de produção. Fazendo esta relação de porcentagem para os produtores deste trabalho, verificou-se que apenas os produtores localizados na bacia da região Centro-Oeste, apresentaram relação superior ao preconizado por aquele autor (25 a 35%), com a alimentação concentrada representando 39% dos custos totais. Partindo do mesmo raciocínio, os produtores localizados na região Sul apresentaram 35% dos custos despendidos com alimentação concentrada, os produtores localizados na região Sudeste apresentaram 29% dos custos com alimentação concentrada e os produtores localizados na região Nordeste, apresentaram 16% dos custos com alimentação concentrada em relação aos custos de produção.

| Alimento concentrado (R$/mês) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| Centro-Oeste | 9.223,19ab | 9.729,76ab | 10.206,67a | 11.227,62a |
| Nordeste | 2.985,80f | 3.299,83ef | 3.616,05e | 4.143,88de |
| Sudeste | 4.294,12d | 4.602,35cd | 4.948,92cd | 5.328,67c |
| Sul | 2.500,28g | 2.600,99g | 2.697,71g | 2.786,59g |
| Depreciação (R$/mês) | | | | |
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| Centro-Oeste | 1.261,75b | 1.331,90ab | 1.472,47a | 1.665,75a |
| Nordeste | 1.041,28d | 949,50e | 875,04ef | 811,46ef |
| Sudeste | 891,17d | 966,64d | 1.059,56cd | 1.161,12c |
| Sul | 594,98g | 620,19g | 627,67g | 632,18g |

| Corretivos, fertilizantes e defensivos (R$/mês) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| Centro-Oeste | 535,35de | 691,37a | 634,16c | 550,71e |
| Nordeste | 590,68cd | 545,06de | 458,87f | 381,16g |
| Sudeste | 512,94e | 574,34d | 598,96cd | 588,5cd |
| Sul | 668,36b | 668,21b | 646,90c | 681,91ab |

Médias na linha seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de 5%

Tabela 3. Alimento concentrado, Depreciação, Corretivos, fertilizantes e defensivos, nas diferentes regiões do país, Centro-Oeste, Nordeste, Sudeste e Sul

Martinez (2009) relata que aproximadamente dois terços dos custos de produção de leite no Brasil são devidos a alimentação. A redução deste item, por exemplo utilizando os sistemas a pasto, pode ser o caminho que leva a uma produção de leite economicamente viável e sustentável. Segundo Factori et al. (2010), o sistema de produção de leite à pasto é adequado ao país por demandar poucos investimentos inicias e ser adequado ao clima e aos recursos disponíveis. Para tanto, todo e qualquer sistema requer planejamento e acompanhamento dos custos, para que se tenha eficiência na utilização dos fatores de produção visando redução dos custos de produção. De acordo com Silva et al. (2008), a região sul do Brasil em virtude de sua localização geográfica, permite a utilização de espécies forrageiras tropicais e subtropicais, bem como as espécies temperadas, o que facilita a adoção de sistemas de produção animal em pastagens durante todo o ano, reduzindo os custos de produção.

Houve efeito significativo ($P<0,05$) da bacia nos itens de custos relacionados a vacinas e medicamentos, manutenção e reparos, mão de obra temporária e permanente, serviços de terceiros e minerais (Tabela 4).

| | VM[1] | MR[2] | MT[3] | MP[4] | ST[5] | MN[6] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Centro-Oeste | 1.676,70a | 623,85a | 226,02b | 3.566,43a | 363,45a | 565,80a |
| Nordeste | 761,40b | 434,44b | 538,94a | 3.536,54a | 143,35bc | 446,93b |
| Sudeste | 764,36b | 378,55c | 225,05b | 2.248,32b | 193,72b | 347,35c |
| Sul | 357,10c | 147,72d | 74,57c | 331,90c | 137,80c | 288,20d |

[1,2,3,4,5,6]Valores expressos em R$/mês.

Médias na coluna seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de 5%

Tabela 4. Vacinas e medicamentos (VM), Manutenção e reparos (MR), Mão de obra temporária (MT), Mão de obra permanente (MP), Serviços de terceiros (ST) e Minerais (MN), nas diferentes regiões do país, Centro-Oeste, Nordeste, Sudeste e Sul

Os produtores localizados na região Centro-Oeste apresentaram os maiores valores mensais em vacinas e medicamentos, manutenção e reparos, serviços de terceiros e minerais. Com relação a mão de obra permanente, os produtores localizados na região Centro-Oeste e na região Nordeste apresentaram os maiores custos mensais imputados neste item. Com relação a mão de obra temporária, os produtores localizados na região Nordeste apresentaram maior impacto no custo de produção. De acordo com Fernandes et al. (2012), as práticas sanitárias são importantes na produção animal, visto que os produtos de origem animal, podem ser fontes de infecção de micro-organismos com caráter zoonótico, além de estarem ligados à eficiência econômica dos sistemas de produção. Sendo assim, devem ser utilizados para melhorar a qualidade dos rebanhos e dos produtos gerados dentro das propriedades rurais. Um outro insumo importante na produção de leite e que possui um alto custo de aquisição, porém importante na produção animal, diz respeito aos minerais destinados a alimentação dos rebanhos. De acordo com Peixoto et al. (2005), o fornecimento deste insumo na alimentação deve ser realizado de forma objetiva, planejada e contabilizada, levando-se em consideração a sanidade, a produtividade e o aspecto econômico dos sistemas de produção.

Analisando a participação relativa da mão de obra permanente no custo total (Tabela 4), os produtores localizados na região Nordeste apresentaram média de 36% dos custos fixos de produção apenas com a mão de obra permanente, seguidos dos produtores localizados na região Centro-Oeste com 16%, pelos produtores localizados na região Sudeste com 15% e por último e menos expressivo, os produtores localizados na região Sul com 4% de custos com mão de obra dentro dos custos fixos de produção. A menor utilização da mão de obra permanente para os produtores da região Sul, de acordo com Matte e Jung (2017), deve-se ao forte vínculo da produção leiteira com a agricultura familiar. O que pode estar explicando o menor custo despendido com este item. Todos os produtores analisados no presente trabalho independente da região leiteira analisada, apresentaram particularidades quanto a seus sistemas de produção de forma regionalizada. Diferentes autores, citam que a bovinocultura de leite nas regiões brasileiras, necessita de maiores informações visando a obtenção de melhores ferramentas para geração de alternativas visando orientar programas de assistência técnica e apoio a agricultores familiares, pecuárias e agricultores (LEITE et al., 2004; MONTEIRO et al. 2007; SANTOS e AZEVEDO, 2009).

Em um levantamento bibliográfico realizado por Matte e Jung (2017), as publicações sobre as regiões brasileiras, concentram 48% de trabalhos na região Sul voltados para a qualidade do leite, melhoria dos rebanhos e a agricultura familiar, seguido da região sudeste com 36% dos artigos com temas gerais e apenas 16% distribuído nas demais regiões. Esses dados sugerem que apenas as regiões de maior produção e historicamente tradicionais, são as regiões que mais se destacam no mercado nacional. Todas as regiões onde a pecuária leiteira está presente, têm suas particularidades quanto aos sistemas de produção, custos praticados ao longo dos anos e insumos disponibilizados para a atividade.

Por conta disso, as mesmas devem ser avaliadas de forma a buscar a redução dos custos e as maiores obtenções de receitas a partir da eficiência dentro das propriedades rurais.

## CONCLUSÕES

As estações do ano interferiram diretamente no comportamento dos custos e no resultado econômico-financeiro das propriedades rurais em todas as regiões leiteiras. Esse resultado sugere que as variações existentes causam impactos nas receitas e nos custos das propriedades rurais ao longo do ano.

Do ponto de vista econômico o custo total sofreu efeito da estacionalidade, sendo mais elevados na estação de verão e outono nas propriedades das regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul e na estação de inverno para os produtores nordestinos. Nos custos dos principais elementos de despesa, a alimentação concentrada, a mão de obra permanente e a depreciação foram, em ordem decrescente os itens de maior impacto.

## REFERÊNCIAS


BERRO, R. et al. **Sistema local de produção de leite em Itaqui, Rio Grande do Sul: caracterização e diferenciação dos estabelecimentos formais.** In: 7º Encontro de Economia Gaúcha – FEE, Porto Alegre, RS. 2014. Disponível em <http://www.fee.rs.gov.br/wp-content/uploads/2014/05/201405237eeg-mesa5-producaoleiteitaqui.pdf >. Acesso em 21 junho de 2016.

BEZERRA. E.S. **Manual de uso do programa Safari**. São Paulo, SP. 66p.2009.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Pesquisa Aplicada. **Boletim do Leite, 2017.** Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/br/categoria/boletim-do-leite.aspx. Acesso em: 02 de julho. 2017.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Pesquisa Aplicada. **Boletim do Leite, 2014.** Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/br/categoria/boletim-do-leite.aspx. Acesso em: 02 de julho. 2017.

FACTORI, M, A.; OLIVEIRA, F.; BENEDETTI, M. P. **Produção de leite em pasto: Simplicidade que o sistema oferece. 2010**. Disponível em: <http://www.milkpoint.co m.br/radar-tecnico/pastagens/producao-de-leite-em-pasto-simplicidade-que-o-sistema-oferece -64008n.aspx> Acesso em: 10 de agosto de 2015.

FASSIO, L.H.; REIS, L. P.; GERALDO, L. G. Desempenho técnico e econômico da atividade leiteira em Minas Gerais. **Revista Ciência e Agrotecnologia**. v.30. n.6. 1154-1161 p. Lavras, MG. 2006.

FERNANDES, S. A. A.; FALEIRO, A. S.; FERRÃO, S. P. B.; VIEIRA, V. F.; SOUZA, D. R.; NUNES, L. R.; SANTOS, N. B. L.; FERRÃO, I. S.; PEREIRA, M. M.; FREITAS, M. A.; MATARAZZO, S. V. Perfil tecnológico de sistemas de produção de leite resfriado. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.13, n.1. 2012.

GOMES, E. J. Dados do Censo Agropecuário confirmam concentração da atividade leiteira no Brasil. **Boletim do Departamento de Estudos Socioeconômicos Rurais**. Curitiba, PR. 2009.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Caracterização da indústria de processamento e transformação do leite no Paraná**. Curitiba, PR. 2010.

LEITE, R.H.M.; LAGE, A.P.; JAYME, V.S.; MODENA, C.M. Perfil produtivo-sanitário de propriedades produtoras de bovinos do Estado da Paraíba, Brasil, 2000. **Revista Ciência Animal Brasileira**. v. 5, n. 4. 199-209 p. Goiânia, GO. 2004.

LOPES, M. A.; CARVALHO, F. M. Custo de produção e análise de rentabilidade na pecuária leiteira. In: Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos. **Anais...** 243-278 p. Goiânia, Go. 2001.

LOPES, M.A.; DIAS, A.S.; CARVALHO, F.M.; LIMA, A.L.R.; CARDOSO, M.G.; CARMO, E.A. Resultados econômicos de sistemas de produção de leite com diferentes níveis tecnológicos na região de Lavras MG nos anos 2004 e 2005. **Revista Ciência e Agrotecnologia**. v.33. n.1. 252- 260 p. Lavras, MG. 2009

LOPES, M. A.; CARDOSO, M. G.; CARVALHO, F. M.; LIMA, A. L. R.; DIAS, A. S.; CARMO, E. A. Efeito do tipo de sistema de criação nos resultados econômicos de sistemas de produção de leite na região de Lavras (MG) nos anos 2004 e 2005. **Revista Ciência Animal Brasileira**. v. 8. n. 3. 359-371 p. Goiânia, GO. 2007.

MARTINEZ, J. C. **Produção de leite a pasto**: Manejo do pastejo é fundamental para manter a produção. 2009. Disponível em: http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/nutricao/produ cao-de-leite-a-pasto-manejo-do-pastejo-e-fundamental-para-manter-a-producao-51710n.aspx. Acesso em: 20 de agosto de 2016.

MATOS, L.M. Estratégias para redução do custo de produção de leite e garantia de sustentabilidade da atividade leiteira. In: Simpósio sobre a Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil. **Anais...** 56-183 p. Maringá, PR. 2002.

MATTE, A.A. Jr.; JUNG, C.F. Produção leiteira no Brasil e características da bovinocultura leiteira no Rio Grande do Sul. **Revista Ágora**. v.19, n. 01. 34-47 p. Santa Cruz do Sul, RS. 2017.

MONTEIRO, A. A.; TAMANINI, R.; SILVA, L.V.C.C.; MATTOS, M.R.; MAGNANI, D.F.; OVIDIO, L.; NERO, L.A.; BARROS, M.A.F.; PIRES, E.M.; PAQUEREAU, B.P.D.; BELOTI, V. Características da produção leiteira da região do agreste do estado de Pernambuco, Brasil. **Revista Ciências Agrárias**. v. 28, n. 4. 665-674 p. Londrina, PR. 2007.

MORAES, M. B. R. Área de Proteção Ambiental como agência de desenvolvimento sustentável: APA Cananéia-Iguape-Peruíbe, SP. São Paulo, **Editora Anna Blume/Fapesp.** 146 p. 2004.

PARRÉ, J. L.; SANTOS, G. T. dos; MASSUDA, E. M.; ALVES, A. F. Análise espacial da produção e produtividade da pecuária leiteira paranaense. In: SANTOS, G T; MASSUDA, E.M; KAZAMA, D.C.S; JOBIM, C.C; BRANCO, A.F. (Org.). **Bovinocultura leiteira: bases zootécnicas, fisiológicas e de produção**. 1 ed. v. 1. 29-46 p. Maringá, PR. 2010.

PEIXOTO, P.V.; MALAFAIA, P.; BARBOSA, J. D.; TOKARNIA, C. H. Princípios de suplementação mineral em ruminantes Princípios de suplementação mineral em ruminantes. **Revista Pesquisa Veterinária Brasileira**. v. 25. p195-200. 2005.

PRADO, E.; GERALDO, L.G.; CARDOSO, B.M. Rentabilidade da exploração leiteira em uma propriedade durante cinco anos. **Revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.** v.59. n.2. 501-507 p. 2007.

REIS, B.R.; SOUZA, B.M.; OLIVEIRA, M.A. **Sistema de alimentação para vacas de alta produção**. In: Alimentação de gado de leite. Ed. FEPMVZ, 2009.

RODRIGUES, M.H.S.; MULLER, C.A.S.; SOUZA, M.P. Eficiência na produção de leite das pequenas propriedades do município de Jaru. In.: CONGRESSO XLI SBPO. **Anais...**. n. 486. 26-29 p. São Paulo, SP. 2009.

SANTOS, M.V.; FONSECA, L.F.L. Situação atual da cadeia produtiva do Brasil. In: IV Encontro de Pesquisadores de Mastite, 2007. FMVZ-UNESP. **Anais...**v 1. 18-29 p. Botucatu, SP. 2007.

SANTOS, P.L.S.; AZEVEDO, E. O. Perfil socioeconômico de produtores de leite do estado da Paraíba, Brasil. **Revista Caatinga**. v. 22. n. 4. 260-267 p. Mossoró, RN. 2009.

SILVA, H. A.; KOEHLER, H. S.; MORAES, A.; GUIMARAES, V. A.; HACK, E.; CARVALHO, P. C. F. Análise da viabilidade econômica da produção de leite a pasto e com suplementos na região dos Campos Gerais. **Revista Ciência Rural**. v.38. n.2. Campos Gerias, PR. 2008.

SOARES, F.H. **Análise da cadeia produtiva leiteira.** Seminário. UFG. 29 p. 2012.

YANAGUIZAWA, W. Leite: Preço ao produtor registra queda. **Revista Balde Branco**. Ano 52. n 634. 2017.

# CAPÍTULO 22

# CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO APLICADO ÀS PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DE CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DO EXTRATOR PRIMÁRIO

*Data de aceite: 03/05/2021*
*Data da submissão: 01/02/2021*

**Rodrigo Silva Alves**
Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM
Iturama - Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/8537823221681736

**Victor Augusto da Costa Escarela**
Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM
Iturama – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/751272904241435

**Flavio Junior Pichioni**
Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM
Iturama – Minas Gerais

**Thiago Orlando Costa Barboza**
Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM
Iturama – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/7295109791233637

**Paulo Ricardo Alves dos Santos**
Universidade Federal do Ceará – UFC
Fortaleza – CE
http://lattes.cnpq.br/1601635585809337

**Carlos Alessandro Chioderoli**
Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM
Iturama – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/0616781392067509

**RESUMO**: Em decorrência da importância de produção da cana-de-açúcar, é preconizada a busca por ferramentas que auxiliam na solução dos problemas encontrados em campo, sendo um destes as perdas, as quais podem ser visíveis ou invisíveis. O objetivo deste trabalho foi a determinação das perdas das variáveis, cana-ponta e toco, em três rotações do extrator primário. O trabalho foi realizado em área agrícola localizada no município de União de Minas – MG, no mês de outubro de 2019, em solo de textura argilosa, cultivar CTC 4, em canavial de primeiro corte. Para determinar as perdas quantitativas em função da altura do corte de base e cortador de ponteiros ou despontador, foram quantificadas por meio das variáveis cana-ponta e toco. Os dados foram analisados através do Controle Estatístico de Processo (CEP), por meio de cartas de controle. Logo, é visível por meio das cartas de controle e amplitude a variabilidade dos dados nas maiores rotações, confirmando que, a altura e qualidade do corte de base tem maior influência às perdas em relação ao acionamento desnecessário do despontador.

**PALAVRAS-CHAVE**: Colheita, controle de qualidade, altura de corte.

## STATISTICAL PROCESS CONTROL APPLIED TO LOSSES IN MECHANIZED HARVESTING OF SUGARCANE AS A FUNCTION OF PRIMARY EXTRACTOR

**ABSTRACT:** Due to the importance of sugarcane production, the search for tools that help in the solution of problems encountered in the field is recommended, one of which is losses, which can be visible or invisible. The objective of this work

was to determine the losses of the variables, cane and stump, in three rotations of the primary extractor. The work was carried out in an agricultural area located in the municipality of União de Minas - MG, in the month of October 2019, in clayey soil, cultivar CTC 4, in the first cut cane field. To determine the quantitative losses as a function of the height of the base cut and pointer cutter or cutter, they were quantified using the variables cane-tip and stump. The data were analyzed using the Statistical Process Control (CEP), using control charts. Therefore, it is visible through the control and amplitude charts the variability of the data at the highest rotations, confirming that the height and quality of the base cut has greater influence on the losses in relation to the unnecessary triggering of the trimmer.
**KEYWORDS**: Harvest, quality control, cutting height.

## 1 I INTRODUÇÃO

São vários os fatores que influenciam em baixa qualidade das operações, e tratando-se das operações que envolvem a produção de cana, a colheita é a responsável pelas perdas, de modo a reduzir a lucratividade além de afetar a longevidade dos canaviais caso não seja realizada adequadamente. Alguns dispositivos das colhedoras de cana-de-açúcar merecem maior atenção devido ao problema que estes podem causar, ressaltando as perdas por toco, que estão diretamente relacionadas com a maior altura de corte, bem como pela deficiência do corte basal, resultando em matéria-prima perdida no campo (VOLTARELLI, 2015), não podendo ser descartadas as perdas de cana-ponta, caracterizada pelo acionamento do cortador de ponteiros, o qual se recomenda a não ser acionado quando as plantas ultrapassam o dispositivo, visto que não há a necessidade nem a conveniência de realizar o desponte (SILVA et al., 2008). Com isso, é de suma importância a busca por instrumentos que monitorem as operações, a fim de corrigir os erros que acometem as perdas de matéria-prima e depreciação das máquinas, destacando o controle estatístico de processo (CEP). O objetivo do trabalho foi mensurar as variáveis de perdas quantitativas de cana-ponta e toco, em kg $ha^{-1}$, confirmando a influência da altura do corte de base e acionamento do cortador de ponteiros, em função de três rotações do extrator primário.

## 2 I MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em área agrícola do município de União de Minas, MG, no mês de outubro de 2019, em dias sem precipitação, em solo com textura argilosa. A cultivar de cana utilizada foi CTC 4, sob preparo de cultivo mínimo. Para a colheita da cana-de-açúcar foi utilizada uma colhedora da marca Case IH- série A8000 com esteiras, com 260 kW de potência no motor a 2.100 rpm, configurada com extrator primário com diâmetro do ventilador de 1.280 mm, rotação de 600 a 1.110 rpm, apresenta peso total de 15.000 kg, logicamente foi mantido o mesmo operador em todos os tratamentos. Logo em seguida a colheita foram amostrados 20 pontos amostrais para cada rotação, totalizando 60

pontos amostrais, em três rotações do extrator primário da colhedora (900 rpm, 1.000 rpm e 1.100 rpm), na velocidade de 3,0 km $h^{-1}$, onde foram quantificadas as perdas por malhas quadradas de 13 $m^2$, as avaliações das rotações de 900 e 1.100 rpm foram realizadas no período da manhã, já a rotação de 1.000 rpm no período da tarde, devido a logística da propriedade. As variáveis de determinação das perdas foram: cana-ponta, sendo parte do colmo deixada sobre o solo e agregada ao ponteiro, e toco que corresponde a fração do colmo cortada acima da superfície do solo, presa as raízes que não foram arrancadas, de tamanho inferior ou igual a 20 cm (REIS, 2009). A coleta das perdas das variáveis cana-ponta e toco teve como premissa constatar a importância da altura do corte de base e influência do acionamento do cortador de ponteiros. Posteriormente, os dois tipos de perdas foram separados e pesados em condição de campo. Com isso, os dados foram extrapolados pelo software estatístico Minitab, para kg $ha^{-1}$, estabelecendo as perdas da operação de colheita da cultura da cana-de-açúcar em cada configuração do extrator primário na área.

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

As perdas decorrentes da variável toco (Figura 1), mantiveram-se sob controle somente na menor rotação do extrator, de 900 rpm, a qual não registrou em nenhum ponto as perdas por toco, no entanto as demais rotações, 1.000 e 1.100 rpm, ambas registraram um ponto fora de controle, isso caracteriza-se como processo com certa instabilidade ou problema no local de aferição do ponto. Ademais com enfoque na rotação intermediária onde apresentou maior variabilidade, refletindo na carta de amplitude móvel, além do alto valor de limite superior de controle. Com isso, é comprovado que as perdas por toco sofrem influência direta da altura e qualidade do corte de base, o qual fez com que o volume de perdas fosse maior na rotação intermediária seguida da maior rotação, justamente em local do talhão com declividade um pouco mais acentuada além de facas mais desgastadas, ao contrário da menor rotação que, não obteve perdas por toco, pois estava em terreno mais plano, com facas menos desgastadas. De acordo com Salvi (2006) é de grande importância a altura do corte de base em colheita mecanizada de cana-de-açúcar, visto que afeta diretamente na qualidade e contribui para as perdas de matéria-prima, afetando a longevidade do canavial, tal problema apoia-se a permanente preocupação dos fabricantes, na busca por dispositivos que auxiliem os operadores no controle da altura do corte de base.

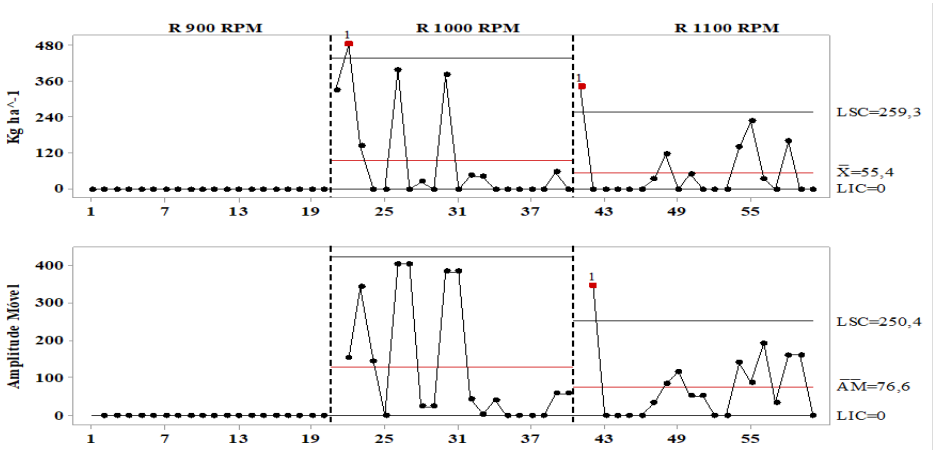



FIGURA 1. Perdas na forma de Toco em kg. $ha^{-1}$; LSC: limite superior de controle; LIC: limite inferior de controle (linhas pretas); X: média (linhas vermelhas).

Para o atributo cana-ponta (Figura 2), o processo esteve com pontos fora de controle apenas nas rotações, 1.000 e 1.100 rpm, tais pontos demonstraram menor eficiência em reduzir as perdas nestes processos com essas rotações, porém observando as cartas de controle, a maior média seguida de certa variabilidade se encontra na rotação de 1.000 rpm, com pior resultado comparada a rotação de 1.100 rpm que, apesar de registrar um ponto fora de controle apresentou média baixa, sendo influenciada por esse ponto apenas, o qual a amostra por cana-ponta pode ter sido jogado para fora pelo extrator primário, devido a rotação alta. Entretanto, para estas amostras de perdas quantificadas na rotação intermediária, a responsabilidade cai sobre o cortador de ponteiros, o qual foi acionado quando não era necessário, pois as plantas apresentavam altura acima do recomendado para o desponte, assim evidenciando que o acionamento do cortador de ponteiros sem necessidade influencia diretamente as perdas da variável cana-ponta.

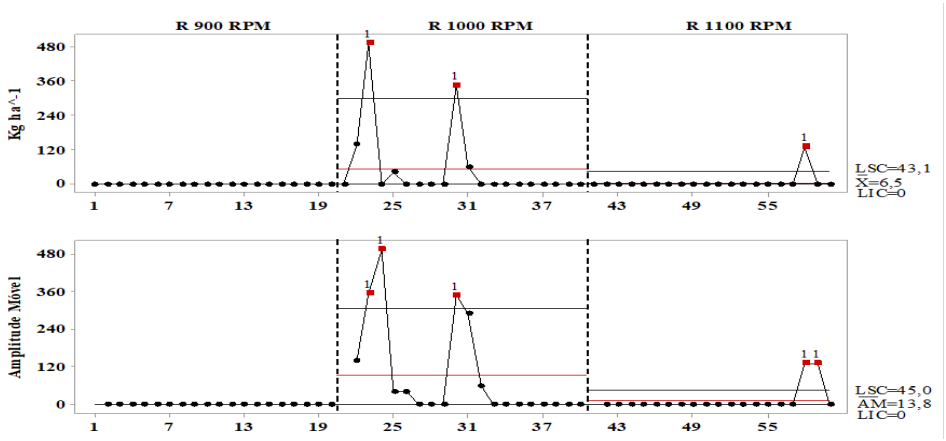



FIGURA 2. Perdas na forma de cana-ponta em kg.ha$^{-1}$; LSC: limite superior de controle; LIC: limite inferior de controle (linhas pretas); X: média (linhas vermelhas).

## 4 I CONCLUSÕES

As variáveis toco e cana-ponta, na configuração de 1.000 rpm registraram maior volume de perdas, onde houve maior variabilidade, além de um ponto fora de controle para toco, e dois para cana-ponta, os quais refletiram instabilidade dos processos nesses locais, sob monitoramento do controle estatístico de processo.

## REFERÊNCIAS

REIS. Gustavo Naves. **Perdas na colheita mecanizada de cana-de-açúcar crua em função do desgaste das facas do corte de base**. Tese em Agronomia – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 2009.

SALVI, J. V. **Qualidade do corte de base de colhedoras de cana-de-açúcar**. 2006. 90 f. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SILVA, R. P.; CORRÊA, C. F.; CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A. **Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 292-304, 2008.

VOLTARELLI, M. A**. Ferramentas da qualidade na colheita mecanizada de cana-de-açúcar**. Mestrado em Agronomia **-** Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 2015.

# CAPÍTULO 23

# QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM REGULADOR VEGETAL PRODUZIDO A PARTIR DE LEVEDURA

*Data de aceite: 03/05/2021*
*Data de submissão: 02/02/2021*

**Diego Campeol**
Centro Universitário FAG
Cascavel – Paraná
http://lattes.cnpq.br/7857697882694916

**Thaís Weber**
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)
Cascavel – Paraná
http://lattes.cnpq.br/6547591865155007

**Daiane Aparecida Weber**
Centro Universitário FAG
Cascavel – Paraná
http://lattes.cnpq.br/8962257492676863

**Bianca Pierina Carraro**
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)
Cascavel – Paraná
http://lattes.cnpq.br/9658958506706190

**Silvia Renata Machado Coelho**
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)
Cascavel – Paraná
http://lattes.cnpq.br/3554106124561773

**Odair José Kuhn**
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)
Marechal Candido Rondon – Paraná
http://lattes.cnpq.br/0333372790090109

**Thais Duquesne Falco**
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)
Cascavel – Paraná
http://lattes.cnpq.br/1873323312804643

**RESUMO:** Potencializar a produção de soja em uma menor área traz benefícios à agricultura atual. O uso do tratamento de sementes com bioestimulantes tem ganhado cada vez mais espaço, porém, fontes naturais produtoras de hormônios vegetais são necessárias para equilibrar o ambiente. Assim, o presente estudo avaliou os efeitos dos hormônios naturais produzidos pela levedura *Sporidiobolus johnsonii* e os fornecidos pelo bioestimulante sintético sobre a germinação e qualidade fisiológica da soja. Os experimentos foram conduzidos em laboratório e a céu aberto em delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo os tratamentos: T1 – Testemunha em 1 mL de água destilada; T2 – 0,25 mL$^{-1}$ de bioestimulante sintético comercial; T3 – 0,025 g mL$^{-1}$ e T4 – 0,050 g mL$^{-1}$ do produto da levedura *Sporidiobolus johnsonii*, com cinco repetições de 20 sementes para cada tratamento. Foram avaliados: germinação, comprimento da raiz, comprimento da parte aérea, massa seca, condutividade elétrica, velocidade de emergência e índice de velocidade de emergência. Concluiu-se que o produto da levedura *Sporidiobolus johnsonii*, na dose de 0,050 g mL$^{-1}$, aumenta o Índice de Velocidade de Emergência (IVE), o que indica maior qualidade fisiológica das semente tratadas. Os demais parâmetros de germinados como comprimento de raiz, comprimento da parte aérea, massa seca, condutividade elétrica

e velocidade de emergência (VE) não diferiram entre si.
**PALAVRAS-CHAVE:** *Sporidiobolus johnsonii*, hormônios vegetais, bioestimulante, germinação, velocidade de emergência.

## PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SOYBEAN SEEDS TREATED WITH VEGETABLE REGULATOR PRODUCED FROM YEAST

**ABSTRACT:** Potentializing the production of soybeans brings benefits to the producer, in this context, the use of seed treatment with biostimulants has gained more and more space, in addition to it, the use of natural sources is necessary to balance the environment. Thus, this study aims to evaluate the effects of the natural hormones produced by the yeast Sporidiobolus johnsonii and those provided by the synthetic biostimulant on the germination and physiological quality of soy. The experiments were conducted in a completely randomized design, the treatments being: T1 – Control in 1 mL of distilled water; T2 – 0.25 mL-1 of commercial synthetic biostimulant; T3 – 0.025 g $mL^{-1}$ and T4 – 0.050 g $mL^{-1}$ of the yeast product *Sporidiobolus johnsonii*, with five replications of 20 seeds for each treatment. Germination, root length, shoot length, dry mass, electrical conductivity, emergency speed and emergency speed index were evaluated. It was concluded that the treatment with 0.050 g mL-1 of the yeast extract increased the seed emergence speed index, while the treatment with synthetic biostimulant reduced this capacity, in the other parameters the treatments did not differ between them.
**KEYWORDS:** *Sporidiobolus johnsonii*, plant hormones, biostimulants, germination, emergency speed.

## 1 I INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merril) se destaca pela sua importância no consumo mundial, por constituir-se como matéria prima de diversos produtos presentes no cotidiano, além de ser uma das maiores commodities agrícolas do Brasil. Isso gera a necessidade de se conhecer e explorar mais tecnologias e gerar informações que potencializem a expressão do rendimento da cultura, aumentando sua produção com qualidade e em menor área.

Rocha et al. (1996) mencionam que uma das etapas imprescindíveis na produção de soja é o uso de sementes de qualidade, com viabilidade econômica para que os agricultores estabeleçam suas lavouras. Podendo-se agregar a esta semente de qualidade produtos que estimulem o melhor enraizamento.

Contudo, Loconto e Fouilleux (2019) relataram a transição da visão da sociedade voltada para o meio agroecológico, estudando ciências da natureza e novas práticas. Silva et al. (2007) expõe que a utilização de produtos naturais que possuam hormônios vegetais ou exibam atividade reguladora quando aplicados às plantas tem ganhado maior espaço na agricultura.

Nesse âmbito está o uso de leveduras na agricultura, grupo de microrganismos amplamente difundidos em diversos ecossistemas com ampla biodiversidade (Tortora et

al., 2012). Alguns estudos demonstram que as leveduras produzem compostos bioativos importantes para as plantas, tais como fitormônios, aminoácidos, enzimas e vitaminas (Mukherjee & Sen, 2015). Carvalho et al. (2020) relata que algumas leveduras reduzem a severidade do crestamento bacteriano comum do feijoeiro, e ainda são capazes de atuar como indutoras de crescimento, sendo uma destas leveduras a *Sporidiobolus johnsonii*.

A *Sporidiobolus johnsonii* é capaz de produzir a enzima Q10 (Renadive, Mehta & George, 2011), que possui ação sobre as atividades da mitocôndria e potencial antioxidante (Choi, Ryu & Seo, 2005). Carvalho et al. (2020) notaram que aplicação da levedura aumentou o número de vagens do feijoeiro.

E ainda, sua capacidade de induzir o crescimento de plantas está ligada a produção de hormônios vegetais, que segundo Taiz et al. (2017), em pequenas quantidades, podem inibir ou regular qualitativamente o crescimento e desenvolvimento dos vegetais. Raven, Evert e Eichhorn (2001) mencionam que as giberelinas desempenham papéis múltiplos na quebra da dormência e na germinação de sementes, as auxinas são capazes de desencadear a diferenciação celular, e aliada a estas estão as citocininas, as quais podem regular a produção de raízes.

Vieira e Castro (2001) expõem que o uso de biorreguladores e bioestimulantes vegetais, têm apresentado resultados favoráveis no aumento da produtividade. Um bioestimulante comercial que possui 0,005 % de giberelina, 0,005 % de auxina e 0,009 % de citocinina, tem sido muito difundido na produção agrícola em geral. Albrecht et al. (2012) relata que o uso do composto mencionado influenciou na produtividade e incrementou os teores de óleo e proteínas. Bertolin et al. (2010) obtiveram resultados no aumento do número de vagens por planta e produtividade de grãos, tanto na aplicação foliar quanto via semente.

Assim, o presente estudo avaliou os efeitos dos hormônios naturais produzidos pela *Sporidiobolus johnsonii* sobre o potencial fisiológico das sementes de soja comparado a um bioestimulante comercial.

## 2 I MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em duas etapas. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Avaliação de Sementes e Plantas (LASP) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, no *campus* de Cascavel – Paraná, enquanto a análise da emergência em areia foi realizada a céu aberto, no município de Campo Bonito – Paraná (-25.020917, -53.014009). Ambos os ensaios ocorreram durante o mês de maio de 2020.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos, contendo cinco repetições com 20 sementes cada, totalizando 100 sementes por tratamento, sendo os tratamentos: T1 – Testemunha em 1 mL de água

destilada; T2 – 0,25 $mL^{-1}$ do bioestimulante sintético comercial; T3 – 0,025 g $mL^{-1}$ e T4 – 0,050 g $mL^{-1}$ produto da levedura *Sporidiobolus johnsonii*. As sementes de soja utilizadas foram da variedade NS 6909 IPRO, adquiridas comercialmente, com vigor de 90%.

O isolado da levedura *Sporidiobolus johnsonii* foi cedido pelo departamento de Fitopatologia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, *campus* de Marechal Cândido Rondon – Paraná. A levedura foi isolada a partir de folhas da Bananeira (*Musa* sp.) e preservada em tubos de ensaio contendo meio ágar-GYMP (20 g glicose, 20 g extrato de malte, 5 g extrato de levedura, 2 g fosfato de sódio monobásico e 20 g de ágar), coberto com óleo mineral estéril e mantido em refrigeração a 6ºC.

O produto da levedura foi obtido através de cultivo em meio YEPG líquido, contendo 10 g de extrato de levedura, 20 g de peptona, 20 g de glicose, 1000 mL de água e mantido em constante agitação (150 rpm) por 10 dias. Em seguida, o meio foi centrifugado a uma rotação de 2000 rpm com coleta do sobrenadante, que na sequência foi congelado e liofilizado. O produto da levedura foi submetido à análise laboratorial para verificação da presença de hormônios vegetais.

Em laboratório, as sementes de soja foram tratadas com o produto da levedura *S. johnsonii*, reconstituído em água destilada de acordo com cada dose. Para o tratamento com o composto sintético (T2), a dose utilizada foi recomendada pelo fabricante e diluída em 0,85 $mL^{-1}$ de água destilada. Os tratamentos foram homogeneizados individualmente em sacos plásticos do tipo *zip lock*, onde as sementes foram agitadas por 1 minuto, seguindo para a secagem a temperatura ambiente.

Para o teste de germinação, foram dispostas 20 sementes de cada tratamento sobre duas folhas de papel filtro (Germitest®), no sentido longitudinal (duas fileiras no terço superior do papel) umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel, e cobertas com uma terceira folha. Os rolos foram levados ao germinador a 25ºC durante seis dias (Brasil, 2009). Para a avaliação da germinação seguiram-se os critérios das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), avaliando percentual de plântulas germinadas e com auxilio de régua milimetrada realizou-se a medição do comprimento das raízes e da parte aérea, expressos em centímetros.

Para a determinação da massa seca foram retirados os cotilédones e pesado o restante da plântula em balança analítica, colocadas em sacos de papel e levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a temperatura de 80 °C, por 24 horas, segundo a metodologia de Nakagawa (1999). Em seguida, foi realizada a pesagem do material seco, em balança analítica, obtendo-se então a massa seca, com precisão de 0,001 g. Os resultados foram expressos em gramas.

O teste de condutividade elétrica foi aplicado segundo o procedimento descrito por Vieira (1994), realizado com cinco repetições de 20 sementes por tratamento, que foram pesadas, colocadas para embeber em 30 mL de água deionizada e mantidas em germinador a 25ºC, por 24 horas. Após a embebição, a condutividade elétrica da solução

foi medida através de condutivímetro TEC-4MP TECNAL e os resultados expressos em $\mu S.cm^{-1}.g^{-1}$.

Para determinação de emergência as unidades experimentais foram semeadas em areia de granulometria média, primeiro uso e esterilizada em autoclave, distribuída em um recipiente de madeira, com dimensões de 1 m de comprimento, 0,4 m de largura e 0,4 m de profundidade. O experimento recebeu iluminação uniforme durante 12 dias, foi umedecido com nebulizador, na quantidade de 1 L de água diário no período da manhã, e teve temperaturas médias de 20ºC durante os dias que permaneceu emergindo. As sementes foram previamente tratadas em laboratório, como descrito anteriormente, e semeadas 20 sementes para as cinco repetições de cada tratamento.

Para a contagem, seguiu-se os critérios de Schuab et al. (2006), em que a contagem iniciou-se a partir da primeira plântula emergida com os cotilédones acima do nível de areia, e a partir disso, realizou-se a contagem diariamente, sem remover as plântulas. Ao fim, gerou-se um valor cumulativo que foi subtraído da contagem de cada dia anterior, obtendo assim o número exato de plântulas emergidas em cada dia.

Destes dados foram determinados Velocidade de Emergência (VE) (Edmond & Drapala, 1958) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE) (Maguire, 1962), com auxilio das seguintes fórmulas:

$$VE = \frac{(N_1 . G_1) + (N_2 . G_2) + \ldots + (N_n . G_n)}{G_1 + G_2 + \ldots + G_n}$$

$$IVE = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \ldots + \frac{G_n}{N_n}$$

em que:

G = número de plântulas emergidas observadas em cada contagem;

N = número de dias da semeadura a cada contagem.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com auxílio do programa estatístico SISVAR 5.6 (Ferreira, 2010).

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise laboratorial do produto da levedura *Sporidiobolus johnsonii* indicou a presença de 0,09 mg $kg^{-1}$ de ácido giberélico, do tipo $GA_4$, que segundo Picolotto, Bianchi e Fachinello (2007), é capaz de fazer a indução e antecipação da germinação de sementes, aumentando índices de velocidade de emergência.

Dentre as variáveis demonstradas na Tabela 1 e Tabela 2, o índice de velocidade de emergência (IVE) apresentou efeitos significativos e indicou maior potencial de

emergência de sementes tratadas com 0,050 g $mL^{-1}$ do produto da levedura *S. johnsonii* (T4), quando comparado as demais variáveis. Os dados de germinados, comprimento de raiz, comprimento de parte aérea, massa seca, condutividade elétrica e velocidade de emergência (VE) não apresentaram diferenças significativas para os tratamentos testados.

| Tratamentos | G (%) | CR (cm) | CPA (cm) | MS (g) |
|---|---|---|---|---|
| T1 – 1 mL de água destilada | 96 a | 17,90 a | 12,38 a | 0,88 a |
| T2 – 0,25 $mL^{-1}$ do bioestimulante sintético | 95 a | 20,53 a | 11,79 a | 0,89 a |
| T3 – 0,025 g $mL^{-1}$ do produto da levedura | 95 a | 19,11 a | 12,49 a | 0,86 a |
| T4 – 0,050 g $mL^{-1}$ do produto da levedura | 96 a | 17,78 a | 12,87 a | 0,88 a |
| p-valor | 0,98 | 0,06 | 0,37 | 0,95 |
| CV (%) | 5,17 | 8,72 | 7,62 | 9,12 |
| DMS | 8,94 | 2,97 | 1,71 | 0,14 |

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey. CV – Coeficiente de variação; DMS – Diferença mínima significativa.

Tabela 1 – Valores médios obtidos para germinação (G), comprimento médio de raiz (CR), comprimento médio de parte aérea (CPA) e massa seca (MS).

Os dados de germinação, expressos na Tabela 1, demonstraram que os tratamentos não diferiram entre si, já que todos obtiveram boa porcentagem de germinação. Em partes, Schneider e Schimidt (1990) justificam que as giberelinas, quando fornecidas às plantas, têm uma proporção que se tornar glicosilada, indisponível para o uso, o que expressa os resultados de Carvalho (2017) que afirma a não interferência da *S. johnsonii* no crescimento do feijoeiro. Nascimento e Mosquim (2004) apontam ainda que os hormônios vegetais podem atuar sobre o desenvolvimento das sementes, entretanto, seus efeitos dependem não só das quantidades, mas da interação que ocorre entre eles.

Quanto ao tratamento com o bioestimulante sintético (T2), não se sobressaiu no parâmetro germinabilidade quando comparado aos demais, isso é demonstrado nos resultados de Toledo, Fachin e Zucareli (2015) que não obtiveram resultados significativos quanto ao aumento do potencial germinativo de sementes de soja esverdeadas. Já Binsfeld et al. (2014) verificaram que o desempenho inicial das plântulas é potencializado pelo uso do bioestimulante.

Quanto ao comprimento das raízes (Tabela 1), o uso do bioestimulante sintético (T2) ocasionou maior desenvolvimento em termos absolutos, que pode ter sido influenciado pela concentração de 0,009 % de citocinina presente em sua composição, hormônio este, que segundo Taiz et al. (2017), tem efeito sobre a atividade meristemática. Porém, o tratamento com bioestimulante sintético não teve grande significância, visto que todos os tratamentos obtiveram desenvolvimento semelhante em números. Segundo Coll (2001) as

giberelinas não apresentam efeito sobre o crescimento das raízes. Nassar, EL-Tarabily e Silvasithamparam (2005), testaram a levedura *Williopsis saturnus* em sementes de milho e foi possível verificar melhora no desenvolvimento de brotos e raízes das plântulas, visto que esta levedura produz ácido indolacético (AIA). Já Carvalho (2017) afirma que a *S. johnsonii* é capaz de aumentar o volume de raízes em plantas de feijão.

Ao avaliar o comprimento da parte aérea, dados presentes na Tabela 1, notou-se baixa variação entre os tratamentos, sendo o menor desenvolvimento do tratamento com bioestimulante sintético (T2). Segundo Bertolin et al. (2010) a melhor resposta da planta está na aplicação do bioestimulante na fase reprodutiva da soja, aumentando a inserção de vagens e produtividade de grãos, confirmado também por Nascimento e Mosquim (2004), que afirmam ação mais pronunciada da giberelina no crescimento do pericarpo das vagens. Klahold et al. (2006) compartilha do mesmo resultado, notando o menor desenvolvimento aéreo e da massa seca do caule no tratamento de sementes com o bioestimulante. Quanto aos tratamentos 3 e 4, a base do produto da levedura, Carvalho (2017) com aplicações de células da *S. johnsonii* não notou interferência no crescimento do feijoeiro.

A massa seca (Tabela 1) não mostrou significância entre os tratamentos com o produto da levedura quando comparados entre si e comparados a testemunha em água destilada (T1) e ao bioestimulante sintético (T2). Nascimento e Mosquim (2004), não observaram alterações na massa seca de sementes de soja tratadas com giberelina do tipo $GA_3$. Mesmo em aplicações a campo, Carvalho (2017) não notou interação de aumento da massa seca tanto da raiz quanto da parte aérea do feijão, tratado com *S. johnsonii*. Para o bioestimulante sintético (T2), Moterle et al. (2011) relatam que doses crescentes do produto não influenciam na germinação e massa seca das plântulas, entretanto podem aumentar o vigor, o que não foi observado pela condutividade elétrica no presente estudo (Tabela 2).

| Tratamentos | CE ($\mu S.cm^{-1}.g^{-1}$) | VE (dias) | IVE (dias) |
|---|---|---|---|
| T1 – 1 mL de água destilada | 136,36 a | 8,20 a | 2,33 ab |
| T2 – 0,25 $mL^{-1}$ do bioestimulante sintético | 130,69 a | 8,14 a | 2,56 b |
| T3 – 0,025 g $mL^{-1}$ do produto da levedura | 149,20 a | 8,22 a | 2,22 ab |
| T4 – 0,050 g $mL^{-1}$ do produto da levedura | 137,42 a | 8,51 a | 1,93 a |
| p-valor | 0,32 | 0,52 | 0,04 |
| CV (%) | 11,20 | 5,03 | 13,95 |
| DMS | 8,05 | 0,75 | 0,57 |

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey. CV – Coeficiente de variação; DMS – Diferença mínima significativa.

Tabela 2 – Valores médios da condutividade elétrica (CE), valores calculados para velocidade de emergência (VE) e índice de velocidade de emergência (IVE).

Quanto aos valores de condutividade elétrica, velocidade de emergência (VE) e índice de velocidade de emergência (IVE) (Tabela 2), é importante ressaltar que sua avaliação tem correlação negativa quanto aos demais dados (Tabela 1), pois nestes resultados, quanto menor o valor, melhor o potencial fisiológico das sementes (Schuab et al., 2006).

O teste de condutividade elétrica visa demonstrar vigor da semente após os tratamentos, indicando a lixiviação de moléculas através dos tecidos da semente, assim, quanto maior o valor expresso pelo condutivímetro, menor é o vigor. Os dados gerados pelo teste não indicaram diferença significativa na condutividade elétrica das sementes (Tabela 2). Vanzolini, Seneme e Silva (2006) sugerem também que produtos com fórmula iônica, como micronutrientes, tendem a elevar a condutividade elétrica. Além disso, a lixiviação identificada pela água deionizada pode indicar as perdas através dos tecidos da semente, desta forma Taiz et al. (2017) expõem que as giberelinas podem enfraquecer a camada do endosperma que envolve o embrião, realizando maior mobilização de reservas energéticas. Ou seja, a presença da giberelina nos tratamentos 2, 3 e 4 favorece o aumento da condutividade elétrica demonstrando redução no vigor das sementes.

Deve ser considerado que todo tratamento de sementes não depende exclusivamente do potencial do produto utilizado, como relata Binfeld et al. (2014) em seu trabalho, que a eficiência dos produtos testados sofreram influencia da qualidade fisiológica da semente. Schuab et al. (2006) defendem que a interpretação dos resultados obtidos entre os testes de laboratório e emergência em areia não devem considerar apenas análise de correção, pois esta pode induzir a interpretação incorreta.

Para a Velocidade de Emergência (VE), Edmond e Drapala (1958) mencionam que quanto menor o valor obtido pela fórmula melhor é a qualidade fisiológica da semente testada. Expressos na Tabela 2, os tratamentos não diferiram entre si quanto à VE, mas o menor valor obtido pelo cálculo foi das sementes tratadas com bioestimulante comercial (T2), em contra partida, o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) que demonstra o número de dias para emergência da maior parte das plântulas, indicou o tratamento 2 com o índice mais baixo, levando maior número de dias para ter a maior parte das plântulas emergidas, enquanto o tratamento com 0,050 g $mL^{-1}$ do produto da levedura *S. johnsonii* (T4) obteve o IVE esperado, sendo semelhante ainda ao tratamento com 0,025 g $mL^{-1}$ do produto (T3) e também com a testemunha em água destilada (T1).

Taiz et al. (2017) relata que um dos maiores efeitos da giberelina é a capacidade de promover a germinação de sementes, portanto, a maior dose de giberelina presente no tratamento 4 potencializou a emergência das plântulas em menor tempo. Do mesmo modo, em um estande a campo, quanto mais rápido o estabelecimento das plantas, melhor a sua resistência ao ataque de pragas e doenças de solo. Quanto ao bioestimulante sintético (T2), Ferreira et al. (2007) trabalhando com sementes de milho, verificou a baixa emergência de plântulas em tratamento com o mesmo produto, também em milho, Oliveira e Cruz (1986)

relatam um eventual efeito fitotóxico dos tratamentos químicos sobre as sementes.

## 4 I CONCLUSÃO

O produto da levedura *Sporidiobolus johnsonii*, na dose de 0,050 g $mL^{-1}$, aumenta o Índice de Velocidade de Emergência (IVE), o que indica maior qualidade fisiológica das semente tratadas.

Nos demais parâmetros de germinados, comprimento de raiz, comprimento da parte aérea, massa seca, condutividade elétrica e Velocidade de Emergência (VE) os tratamentos não diferiram entre si.

## REFERÊNCIAS


ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, A. Biorregulador na composição química e na produtividade de grãos de soja. **Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 774-782, 2012. DOI: 10.1590/S1806-66902012000400020.

BERTOLIN, D. C.; SÁ, M. E.; ARF, O.; FURLANI, E. J.; COLOMBO, A. S.; CARVALHO, F. L. B. M. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. **Bragantina**, v. 69, n. 2, p. 339-347, 2010. DOI: 10.1590/S0006-87052010000200011.

BINSFELD, J. A.; BARBIERI, A. P. P.; HUTH, C.; CABRERA, I. C.; HENNING, L. M. M. Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 1, p. 88-94, 2014. DOI: 10.1590/S1983-40632014000100010

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de sementes**. 1. ed. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

CARVALHO, J. C. **Manejo do crestamento bacteriano comum do feijoeiro por *Rhodotorula glutinis* e *Sporidiobolus johnsonii***. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2017.

CARVALHO, J. C.; KUHN, O. J.; BARABASZ, R. F.; SILVA, R. M. F.; SUSTAKOWSKI, M. C.; REIS, W.; SILVA, R. H.; KOHLER, T. R.; LORENZET, E.; HELING, A.; OLIVEIRA, V. H. D.; STANGARLIN, J. R.; VIECELLI, C. Management of the Common Bacterial Blight of the Bean by *Rhodotorula glutinis* and *Sporidiobolus johnsonii*. **Journal of Agricultural Science**, v. 12, n.11, p. 141-149, 2020. DOI: 10.5539/jas.v12n11p141.

CHOI, J. H.; RYU, Y. W.; SEO, J. H. Biotechnological production and applications of coenzyme Q10. **Appl Microbiology Biotechnological**, v. 68, n. 1, p. 9-15, 2005. DOI: 10.1007/s00253-005-1946-x.

COLL, J. B. Crescimiento y desarrollo: Características general del crescimiento, Auxinas Giberelinas, Citoquininas, Etileno y poliaminas, Ácido adscísico y otros inibidores. *In:* COLL, J. B.; RODRIGO, G. N.; GARCIAS, B. S.; TAMÉS, R. S. **Fisiologia Vegetal**. 1. Madrid: Piramide, 2001. p. 295-376

EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. **Proceedings of the American Society Horticutural Science**, v. 71, n. 1, p. 428-434, 1958.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises estatísticas – Sisvar 5.6**. 1. ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010.

FERREIRA, L. A.; OLIVEIRA, J. A.; VON PINHO, É. V. R.; QUEIROZ, D. L. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 80-89, 2007. DOI: 10.1590/S0101-31222007000200011.

KLAHOLD, C. A.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; KLAHOLD, A.; CONTIERO, R. L.; BECKER, A. Resposta da soja (*Glycine Max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 28, n. 2, p. 179-185, 2006. DOI: 10.4025/actasciagron.v28i2.1032.

LOCONTO, A. M.; FOUILLEUX, E. Defining agroecology: exploring the circulation of knowlegde in FAO's Global Dialogue. **The International Journal of Dociology of Agriculture and Food**, v. 25, n. 2, p. 116-137, 2019.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962. DOI: 10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x.

MOTERLE, L. M.; SANTOS, R. F.; BRACCINI, A.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C. Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 5, p. 701-709, 2008. DOI: 10.4025/actasciagron.v30i5.5971.

MUKHERJEE, S.; SEN, S. K. Exploration of novel rhizospheric yeast isolate as fertilizing soil inoculant for improvement of maize cultivation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 7, p. 1491-1499, 2015. DOI: 10.1002/jsfa.6848.

NAKAGAWA, J. **Teste de vigor baseado no desempenho das plântulas**. 1. ed. Londrina: Abrates, 1999.

NASCIMENTO, R.; MOSQUIM, P. R. Crescimento e teor de proteínas em sementes de soja sob influencia de hormônios vegetais. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 3, p. 573-579, 2004. DOI: 10.1590/S0100-84042004000300016.

NASSAR, A., EL-TARABILY, K., SIVASITHAMPARAM, K. Promotion of plant growth by na auxin-producing isolate of the yeast Williopsis saturnus endophytic in maize (*Zea mays* L.) roots. **Biology Fertility Soils**, v. 42, n. 1, p. 97-108, 2005. DOI: 10.1007/s00374-005-0008-y.

OLIVEIRA, L. J.; CRUZ, I. Efeito de diferentes inseticidas e dosagens na germinação de sementes de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 21, n. 6, p. 579-585, 1986.

PICOLOTTO, L., BIANCHI, V. J., FACHINELLO, J. C. Ação de giberelinas e citocininas na germinação de sementes de pessegueiro. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 3, p. 225-232, 2007. DOI: **10.5380/rsa. v8i3.9526.**

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2001.

RENADIVE, P.; MEHTA, A.; GEORGE, S. Strain improvement of *Sporidiobolus johnsonii* – ATCC 20490 for biotechnological production of Coenzyme Q10. **International Journal of Chemical Engineering and Applications**, v. 2, n. 3, p. 216-220, 2011.

ROCHA, V. S.; OLIVEIRA, A. B.; SEDIYAMA, T.; GOMES, J. L. L.; SEDIYAMA, C. S.; PEREIRA, M. G. **A qualidade das sementes de soja**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1996. 76p.

SCHNEIDER, G.; SCHMIDT, J. Conjugation of gibberellins in *Zea mays* L. *In:* PHARIS, R. P.; ROOD, S. B. **Plant growth substances**. Verlag: Springer. 1999. p. 300-306.

SCHUAB, S. R. P.; BRACCINI, A. L.; FRANÇA NETO, J. B.; SCAPIM, C. A.; MESCHEDE, D. K. Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 553-560, 2006. DOI: 10.4025/actasciagron.v28i4.928.

SILVA, C. P.; FELIX, R. A. Z.; PIERI, C.; MOGOR, A. F.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Efeito fisiológico do extrato de alga *Ascophyllun nodosum* na germinação de sementes de pimentão (*Capsicum annuum*). São Paulo: **Encivi Unesp**, 2007. Disponível em: <https://www.feis.unesp.br/eventos/encivi/ 2007/>. Acesso em 21 jan. 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TOLEDO, M. Z.; FACHIN, C. A.; ZUCARELI, V. Qualidade fisiológica de sementes esverdeadas de soja tratadas com bioestimulante. **Revista de Agricultura**, v. 90, n. 1, p. 63-76, 2015. DOI: 10.37856/bja.v90i1.208.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. Eucariotos: Fungos, Algas, Protozoários e Helmintos. *In:* **Microbiologia**. Porto Alegre: Artmed, 2012. p. 329-366.

VANZOLINI, S.; SENEME, A. M.; SILVA. M. A. Teste de condutividade elétrica em sementes de soja tratadas com micronutrientes. **Revista Ceres**, v. 53, n. 309, p. 590-596, 2006.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. Ação de bioestimulante na germinação de sementes. Vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 2, p. 222-228, 2001. DOI: 10.17801/0101-3122/rbs.v23n2p222-228.

VIEIRA, R. D. **Teste de vigor em sementes**. 1. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1994.

# CAPÍTULO 24

# PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR DESTINADA À FORRAGEM ADUBADA COM DIFERENTES TIPOS DE ESTERCO

*Data de aceite: 03/05/2021*

*Data de submissão: 03/02/2021*

**Jonathan Bernardo Barboza**
Discente do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande/ Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, Campus de Pombal – PB
http://lattes.cnpq.br/7989809344020319

**Vitor da Silva Rodrigues**
Discente do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande/ Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, Campus de Pombal – PB
https://orcid.org/0000-0002-5371-4942

**Micaela Silva Coelho**
Discente do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande/ Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, Campus de Pombal – PB
http://lattes.cnpq.br/1752230516197243

**Maria Izabel de Almeida Leite**
Discente do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande/ Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, Campus de Pombal – PB
http://lattes.cnpq.br/1366599503591295

**Alan Keis Chaves de Almeida**
Discente do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande/ Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, Campus de Pombal – PB
http://lattes.cnpq.br/3313422693537427

**Luzia Keli da Silva Coura**
Discente do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande/ Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, Campus de Pombal – PB
http://lattes.cnpq.br/0621129085880547

**Laurenio Ventura Ferreira**
Discente do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande/ Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, Campus de Pombal – PB
http://lattes.cnpq.br/7063086334418641

**Valéria Fernandes de Oliveira Sousa**
Doutoranda pela Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia-PB
https://orcid.org/0000-0002-6124-0898

**Idelvan José da Silva**
Metrando pela Universidade Federal de Campina Grande/Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, Campus de Pombal – PB
http://lattes.cnpq.br/5219270580469455

**Cassiano Nogueira de Lacerda**
Metrando pela Universidade Federal de Campina Grande/Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, Campus de Pombal – PB.
http://lattes.cnpq.br/1870977553204323

**Eliene Araújo Fernandes**
Mestre em Horticultura Tropical pela Universidade Federal de Campina Grande/ Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, Campus de Pombal – PB
http://lattes.cnpq.br/5009538185646608

**RESUMO**: A Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum)*, além ter a importância na indústria sucroalcooleira, também pode ser utilizada para alimentação animal. O referido trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade da cana-de-açúcar destinada à forragem com adubação de diferentes tipos de estercos. O experimento foi desenvolvido na Universidade Federal de Campina Grande, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), localizado no município de Pombal, estado da Paraíba, Brasil (06º 46' 13" S, 37º 48' 06" W), onde foi feito o plantio de toletes de cana-de-açúcar no dia 06 de outubro de 2019. Os tratamentos testados foram distribuídos em quatro canteiros de 1m² onde no primeiro foi com esterco ovino, o segundo com esterco bovino, o terceiro com esterco equino e o quarto sem esterco servido como testemunha. Conclui-se que os estercos de uma forma geral, estimulam as atividades microbiológicas do solo, o que proporciona um aumento na disponibilidade de nutrientes às plantas.
**PALAVRAS-CHAVE:** Produção de cana-de-açúcar, *Saccharum officinarum*, Forragem.

## SUGARCANE PRODUCTIVITY FOR FORAGE FERTILIZED WITH DIFFERENT TYPES OF MANURE

**ABSTRACT**: Sugarcane (Saccharum officinarum), besides being important in the sugar and alcohol industry, can also be used for animal feed. The purpose of this work was to evaluate the productivity of sugarcane for forage with fertilization of different types of manure. The experiment was developed at the Federal University of Campina Grande, at the Center for Science and Agrifood Technology (CCTA), located in the municipality of Pombal, state of Paraíba, Brazil (06º 46 '13 "S, 37º 48' 06" W), where sugar cane tarts were planted on October 6, 2019. The treatments tested were distributed in four beds of 1m² where the first was with sheep manure, the second with cattle manure, the third with horse manure and the room without dung served as a witness. It is concluded that manure in general, stimulates the microbiological activities of the soil, which provides an increase in the availability of nutrients to plants.
**KEYWORDS**: Sugar cane production, *Saccharum officinarum*, Forage.

## INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (Saccharum officinarum) é uma cultura perene, relativamente fácil de ser implantada e manejada, podendo atingir rendimentos de massa verde superiores a 120 t/ha/ano. Normalmente a maturação se dá durante o período seco, quando a oferta de forragem das pastagens, é bastante limitada à produção animal. Portanto, a formação de um canavial, representa uma medida apropriada e econômica para suplementação alimentar do gado, neste período. A adequação de alguns fatores de produção são importantes para a maximização da produção e longevidade do canavial como por exemplo: variedade escolhida, fertilidade do solo, condições climáticas, práticas culturais, controle de pragas e doenças e método de colheita. (TOWNSEND 2000).

Os novos conhecimentos na área de nutrição de ruminantes verificou-se que os açúcares presentes na cana-de-açúcar são os principais responsáveis pelo fornecimento de energia e pelo desempenho animal (RODRIGUES et ai. 2002).

O esterco é um adubo orgânico de origem animal que é formado por excrementos sólidos e líquidos dos animais, podendo estar misturado com restos vegetais além de a sua composição ser muito variada; são ótimos fornecedores de nutrientes, inclusive o fósforo e o potássio, onde são rapidamente disponíveis e não ficam na dependência da facilidade de degradação dos compostos (EMBRAPA, 2005).

A cultura da cana-de-açúcar surgiu no Brasil em meados do século XVI pela necessidade de se colonizar, defender e explorar as riquezas deste território – até então sem tanta importância econômica para Portugal. Vários foram os motivos para a escolha da cana, entre eles, a existência no Brasil do solo de massapê, propício para este cultivo. Além disso, o açúcar era àquela época um produto muito bem cotado no comércio europeu, em crescente consumo e capaz de gerar valiosos lucros, transformando-se assim no alicerce econômico da colonização portuguesa no Brasil entre os séculos XVI e XVII (RODRIGUES, 2010). As primeiras mudas foram trazidas da Ilha da Madeira, em Portugal, no século XVI por Martim Afonso de Souza, responsável pela instalação do primeiro engenho brasileiro em São Vicente no ano de 1532 (MATTOS, 1942).

A cana-de-açúcar (Saccharum sp) é, atualmente, uma das principais e mais importantes culturas no Brasil sendo o agronegócio sucroalcooleiro, segundo informações do PROCANA (Programa da Cana-de-açúcar), responsável por aproximadamente 1,76% do PIB nacional, de acordo com dados da safra 2008/2009. Este setor é também um dos que mais empregam no país, gerando aproximadamente 4,5 milhões de empregos diretos e indiretos, além de congregar mais de 72.000 agricultores e 373 usinas e destilarias, em operação ou projeto (RODRIGUES, 2010).

O Brasil é o maior produtor de cana de açúcar do mundo. Com a cana de açúcar há a produção de açúcar, álcool combustíveis e industriais, aguardente, cera, além de ser consumida in natura. O bagaço da cana de açúcar é fonte para a produção de energia e papel. A ponta da cana pode também ser utilizada como alimentação animal e para extração de palmito para alimentação humana. Desta forma, a cana de açúcar é uma das mais importantes culturas brasileiras, conforme LUCCHESI (1995); ARRUDA PINTO (2002).

Nas últimas décadas, o país aumentou consideravelmente sua produção de cana-de-açúcar, destacando-se entre as potências mundiais na área. Esta produção em larga escala causou impactos na saúde do trabalhador rural (ABREU et al., 2019). Atualmente a atividade canavieira tem grande expressão graças não só a produção de açúcar, mas em especial a produção de etanol e energia elétrica graças a queima do bagaço da cana, além de outros subprodutos que são utilizados como fertilizantes, como a vinhaça, a torta de filtro e o próprio bagaço. (ANDRADE; DINIZ, 2007). Brasil é responsável por mais da metade de todo o açúcar comercializado no mundo, sendo também o maior exportador de etanol (AGRIC, 2015).

A adubação orgânica com esterco bovino é uma prática milenar, tendo perdido prestígio com a introdução da adubação mineral, em meados do século 19, e retomado

a importância, nas últimas décadas, com o crescimento da preocupação com o ambiente, com a alimentação saudável e com a necessidade de dar um destino apropriado às grandes quantidades produzidas em alguns países (Holanda, 1990; Blaise et al., 2005; Salazar et al., 2005). A utilização de adubos orgânicos de origem animal torna-se prática útil e econômica para os pequenos e médios produtores de hortaliças, de vez que enseja melhoria na fertilidade e na conservação do solo (Galvão et al., 1999).

O adubo orgânico existente nos solos consiste em uma mistura de produtos animais e vegetais em vários estádios de decomposição, resultante da degradação química, biológica e da atividade sintética dos microrganismos. A matéria orgânica é fonte de energia e nutrientes para os organismos que participam de seu ciclo biológico, mantendo o solo em estado dinâmico e exercendo importante papel em sua fertilidade (LANDGRAF;MESSIAS; REZENDE, 2005). Sua decomposição é lenta e os nutrientes são liberados em menor quantidade para as plantas. Por outro lado, contribuem para o acúmulo de matéria orgânica no solo. Já os estercos líquidos liberam maior quantidade de nutrientes para as plantas (BRAGA,2010).

O uso do esterco bovino na fertilização do solo pode proporcionar regularização na disponibilidade dos nutrientes e favorecer maior produtividade das culturas, além de ser amplamente utilizado em propriedades agrícolas familiares (MELO et al., 2011; SILVA et al., 2011).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade da cana-de-açúcar destinada à forragem com adubação de diferentes tipos de estercos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Universidade Federal de Campina Grande, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), localizado no município de Pombal, estado da Paraíba, Brasil (06º46’13” S, 37º 48’ 06” W), onde foi feito o plantio de toletes de cana-de-açúcar no dia 06 de outubro de 2019. Os tratamentos testados foram distribuídos em 4 canteiros de 1m², onde no primeiro foi adubado com esterco ovino, o segundo com esterco bovino, o terceiro com esterco equino e o quarto sem esterco, ou seja, a testemunha.

A variedade da cana utilizada foi a RB92579. Os canteiros foram levantados a uma altura de 30 cm do solo e incorporado 10 Kg de esterco seco e curtido, sendo, um com esterco ovino, outro com esterco bovino, um terceiro com esterco equino e um ultimo sem esterco servindo como testemunha. O plantio foi realizado em sucos de 15 cm de profundidade no espaçamento de 90 cm entre linhas. Logo após o plantio foi posto na superfície de todos os canteiros uma cobertura de material vegetal seco, que teve as funções de reter umidade e dificultar a germinação de ervas daninhas. Ao nono dia após o plantio as primeiras plantas de cana brotaram entre a cobertura vegetal.

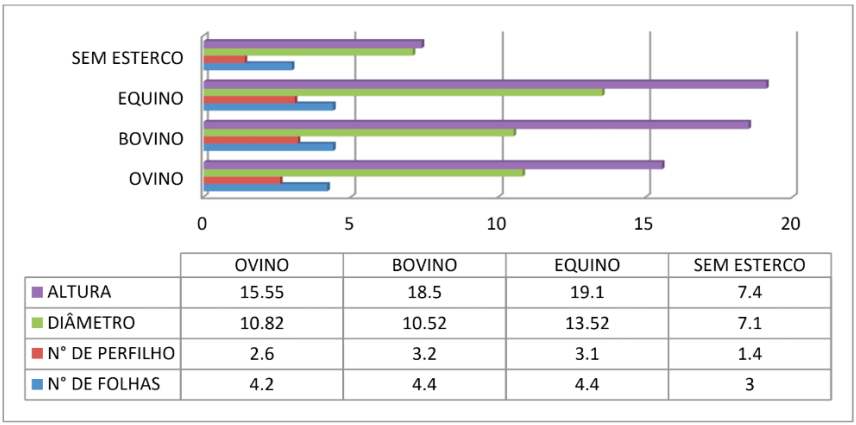
No trigésimo dia do plantio foi realizada uma avaliação das seguintes variáveis: numero de folhas, numero de perfilho, altura de planta e diâmetro do colmo. Em seguida, uma adubação de cobertura contendo o mesmo tipo e mesma quantidade de esterco da adubação de fundação. No sexagésimo dia foi realizada uma segunda avaliação com as mesmas variáveis, retirada às plantas e levadas para o laboratório de zootecnia, onde foram pesadas e postas para secar em estufa a uma temperatura de 65ºC por 48hrs. Após as 48hrs foi pesado novamente e retirado as médias.

O clima da região é caracterizado como clima tropical semiárido com estação seca (classificação climática de koppen-geiger: aw) (FRANCISCO, 2015). Apresenta temperatura média anual de 26,7°C, com máxima de 39ºC, com umidade relativa média de 50%. A precipitação anual média é, aproximadamente, 700 a 800 mm, sendo registrado nos meses de fevereiro a maio (ALMEIDA, 2016).

O solo no local da instalação do experimento é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 1999).

A água utilizada no experimento foi do sistema de abastecimento da CAGEPA. As irrigações manualmente realizadas diariamente, duas vezes ao dia, sendo 20L/ canteiro / dia.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

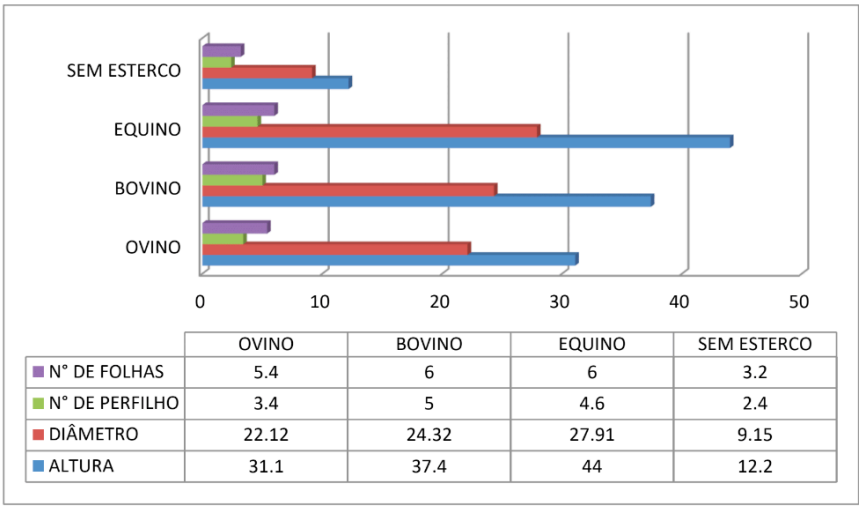



| | OVINO | BOVINO | EQUINO | SEM ESTERCO |
|---|---|---|---|---|
| ALTURA | 15.55 | 18.5 | 19.1 | 7.4 |
| DIÂMETRO | 10.82 | 10.52 | 13.52 | 7.1 |
| N° DE PERFILHO | 2.6 | 3.2 | 3.1 | 1.4 |
| N° DE FOLHAS | 4.2 | 4.4 | 4.4 | 3 |

Gráfico 1- Avaliação de produtividade com 30 dias de plantio com as variáveis de numero de folhas, numero de perfilho, diâmetro do colmo e altura de planta.

Para a altura da planta e diâmetro do colmo, observou-se que as plantas adubadas com esterco equino obtiveram melhores resultados. O tratamento com esterco bovino obteve melhor media de número de perfilho. Para o número de folhas, não houve diferença

entre os tratamentos com esterco bovino e equino.




| | OVINO | BOVINO | EQUINO | SEM ESTERCO |
|---|---|---|---|---|
| N° DE FOLHAS | 5.4 | 6 | 6 | 3.2 |
| N° DE PERFILHO | 3.4 | 5 | 4.6 | 2.4 |
| DIÂMETRO | 22.12 | 24.32 | 27.91 | 9.15 |
| ALTURA | 31.1 | 37.4 | 44 | 12.2 |

Gráfico 2- Avaliação de produtividade com 60 dias de plantio com as variáveis de numero de folhas, numero de perfilho, diâmetro do colmo e altura de planta.

Aos 60 dias observou-se que a maior altura apresentada foi o esterco equino bem como o diâmetro do colmo. Para o numero de folhas os estercos bovino e equino apresentaram os mesmos resultados e para numero de perfilho o esterco bovino obteve a maior media.

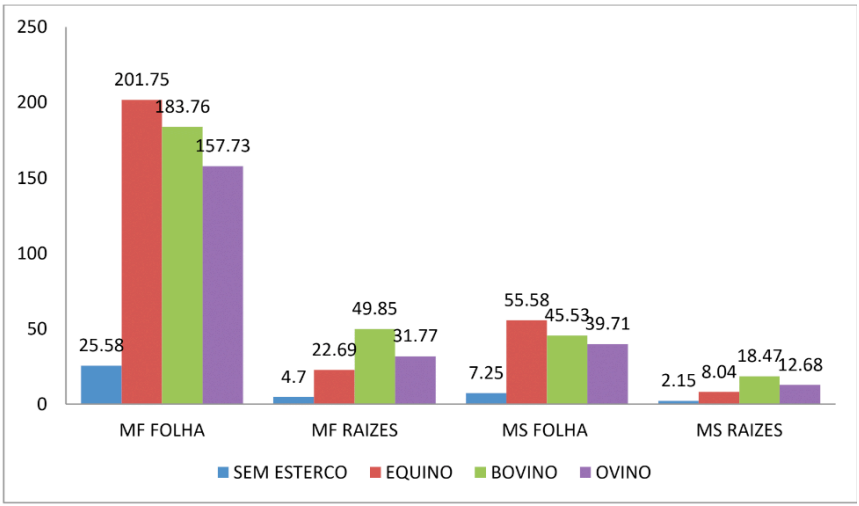



Gráfico 3- Avaliação das massas em (g): massa fresca folha, massa fresca da raiz, massa seca da folha e massa seca de raízes.

Para a avaliação de massa fresca folear, a melhor média foi as plantas adubadas com esterco equino, logo seguida pelas plantas adubadas com esterco bovino. As raízes que tiveram maior massa em relação a massa fresca foi as plantas com adubação com esterco bovino.

Na avaliação de massa seca folear a maior massa foi as plantas adubadas com esterco equino. E para a massa seca das raízes as plantas que foram as adubadas com esterco bovino apresentaram maiores médias.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que os estercos de uma forma geral, estimulam as atividades microbiológicas do solo, o que proporciona um aumento na disponibilidade de nutrientes às plantas. Os dados evidenciam a significância dos tratamentos com estercos em relação à testemunha. Portanto, os estercos são uma excelente fonte de adubação orgânica para uma otimização na produção de cana-de-açúcar para destinação de forragem.

## REFERÊNCIAS


ABREU, Dirce de et al. A produção da cana-de-açúcar no Brasil e a saúde do trabalhador rural. **Rev Bras Med**, SÃo Paulo, v. 2, n. 9, p.49-56, set. 2019.

AGRIC. **Produção de Cana de Açúcar**. 2015. Disponível em http://www.agric.com.br/producoes/cultivo_da_cana.html

ANDRADE, J. M. F.; DINIZ, K. M. Impactos Ambientais da Agroindústria da Cana de Açúcar: Subsídios para Gestão**. ESALQ. Piracicaba** – SP. 2007. 131 p.

BLAISE, D.; SINGH, J.V.; BONDE, A.N.; TEKALE, K.U. & MAYEE, C.D. Effects of farmyard manure and fertilizers on yield, fibre quality and nutrient balance of rainfed cotton (Gossipium hirsutum). **Biores. Technol.,** 96:345- 349, 2005.

BRAGA, G.N.M. **A Importância e o manejo da Adubação Orgânica.**

EMBRAPA-SNLCS. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Definição e notação de horizontes e camadas do solo**. Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNLCS, 2005. 54p.

Galvão, J. C. C.; Miranda, G. V.; Santos, I. C. Adubação orgânica. **Revista Cultivar,** São Paulo, v.2 n.9, p.38-41, 1999.

HOLANDA, J.S. **Esterco de curral: Composição, preservação e adubação.** Natal, EMPARN, 1990. 69p. (Documentos, 17)

LANDGRAF, M.D.; MESSIAS, R.A.; REZENDE, M.O.O. A Importância Ambiental da Vermicompostagem: Vantagens e Aplicação. São Carlos: **Ed. Rima,**2005. 106p.

MATTOS, A. R**.** Açúcar e Álcool no Brasil. São Paulo: **Companhia Editora Nacional**, 1942.

MELO, A. V. de; GALVÃO, J. C. C.; BRAUN, H.; SANTOS, M. M. dos; COIMBRA, R. R.; SILVA, R. R. da; REIS, W. F**.** Extração de nutrientes e produção de biomassa de aveia-preta cultivada em solo submetido a dezoito anos de adubação orgânica e mineral. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 411–420, 2011.

RODRIGUES, A. de A.; CRUZ, G. M; BATISTA, L.A. R.; LANDELL,M. G. de A.; CAMPANA,M.P. Efeito de qualidade de quatro variedades de cana-de-açúcar no ganho de peso de novilhas canchim. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA,** 39., 2002.Recife. Anais... n:Recife:2002.

RODRIGUES, Luciana Deotti. **A CANA-DE-AÇÚCAR COMO MATÉRIA-PRIMA PARA A PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS: IMPACTOS AMBIENTAIS E O ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO COMO FERRAMENTA PARA MITIGAÇÃO.** 2010. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de EspecializaÇÃo em AnÁlise Ambiental, Universidade Federal de Juiz de Fora Faculdade de Engenharia, Juiz de Fora, 2010. Disponível em: <http://atividaderural.com.br/artigos/5601927a79cad.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2019.

SALAZAR, F.J.; CHADWICK, D.; PAIN, B.F.; HATCH, D. & OWEN, E**.** Nitrogen budgets for three cropping systems fertilised with cattle manure. Biores. Technol., 96:235- 245, 2005.

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C.; ALVES, R. N.; PRIMO, D. C.; SILVA, G. B. M. dos S. Produtividade de grãos e frações nitrogenadas do milho submetido a manejo de adubos orgânicos na região semiárida. **Semina: Ciências Agrárias,** v. 32, n. 4, suplemento 1, p. 1735–1744, 2011.

TOWNSEND C. R., Recomendações técnicas para o cultivo da cana-de-açúcar forrageira em Rondônia. Ministério de Agricultura e do Abastecimento. **EMBRAPA-CPAF** Rondônia. Nº21, nov./00, p.1-5.

# CAPÍTULO 25

# ALGORITMO DE MAPEAMENTO ESPECTRAL DE CICATRIZES DE QUEIMADAS NA CAATINGA ATRAVÉS DE DADOS ORBITAIS MODIS E OLI

*Data de aceite: 03/05/2021*
*Data de submissão: 02/02/2021*

**José Galdino de Oliveira Júnior**
UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco, DEAGRI - Departamento de Engenharia Agrícola
Recife, PE
http://lattes.cnpq.br/3514941731206738

**Jadiene Moura dos Santos**
UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco, DCFL - Departamento de Ciências Florestais
Recife, PE
http://lattes.cnpq.br/5414923091157764

**Julyane Silva Mendes Polycarpo**
UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco, DTR - Departamento de Tecnologia Rural
Recife, PE
http://lattes.cnpq.br/6485220445197373

**José Rafael Ferreira de Gouveia**
UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco, DEAGRI - Departamento de Engenharia Agrícola
Recife, PE
http://lattes.cnpq.br/5471553264542605

**Pabrício Marcos Oliveira Lopes**
UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco, DEPA - Departamento de Agronomia
Recife, PE
http://lattes.cnpq.br/0703321303981408

**Geber Barbosa de Albuquerque Moura**
UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco, DEPA - Departamento de Agronomia
Recife, PE
http://lattes.cnpq.br/5290189594470508

**Cristina Rodrigues Nascimento**
UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco, DEPA - Departamento de Agronomia
Recife, PE
http://lattes.cnpq.br/9289129949520610

**RESUMO:** A mesorregião do Sertão Pernambucano apresenta condições climáticas que afetam diretamente a produção agrícola, pois apresenta um clima quente, seco e com regime pluvial irregular. Em função dessas características, o bioma predominante da região, a Caatinga, torna-se mais vulnerável à ocorrência de queimadas. Com a premissa de mapear e monitorar a incidência de focos de calor nessa mesorregião durante o período de oito anos (2010 – 2017), este artigo teve como objetivo caracterizar o perfil de cicatrizes de queimadas e acompanhar o processo de regeneração natural da superfície vegetal ao longo do tempo. Baseando-se nos resultados originados pelos softwares "*ENVI*" e "*WEKA*" – através do processamento digital conjunto das imagens de satélite (produtos MCD64A1, MOD13A3 e LANDSAT 8/OLI), de dados de precipitação mensal local e de arquivos vetoriais dos focos de calor –, encontrou-se uma correlação de 0,792 entre estes dados indicando que as áreas

susceptíveis ao fogo variaram numa faixa espectral de NDVI de 0,39 a 0,61. Quanto à validação desses dados encontrados, o mapeamento alcançou valores médios relevantes de eficácia de detecção (48,92%) e de erro de omissão local (51,08%) para as áreas de queima. Em relação à capacidade de regeneração vegetal, esta somente ocorreu em uma escala bimensal atrelada a uma precipitação crítica de 50,55 mm.
**PALAVRAS-CHAVE:** Focos de calor, índices pluviométricos, sensoriamento remoto.

## SPECTRAL MAPPING ALGORITHM FOR BURNING SCARS IN CAATINGA THROUGH MODIS AND OLI ORBITAL DATA

**ABSTRACT:** The Sertão Pernambucano mesoregion has climatic conditions that directly affect agricultural production, as it has a hot, dry climate with irregular rainfall. Due to these characteristics, the region's predominant biome, the Caatinga, becomes more vulnerable to burning. With the premise of mapping and monitoring the incidence of hot spots in this mesoregion during the period of eight years (2010 - 2017), this article aimed to characterize the profile of scars from burning and to accompany the process of natural regeneration of the plant surface along the over time. Based on the results originated by the "ENVI" and "WEKA" software - through the joint digital processing of satellite images (MCD64A1, MOD13A3 and LANDSAT 8/OLI products), local monthly precipitation data and vector files of heat -, a correlation of 0.792 was found between these data indicating that the areas susceptible to fire varied in a spectral range of NDVI from 0.39 to 0.61. As for the validation of these data, the mapping reached relevant average values of detection efficiency (48.92%) and local omission error (51.08%) for the burning areas. Regarding the plant regeneration capacity, this only occurred on a bimonthly scale linked to a critical rainfall of 50.55 mm.
**KEYWORDS:** Heat sources, rainfall indexes, remote sensing.

## 1 I INTRODUÇÃO

A mesorregião do Sertão Pernambucano está inserida em uma região com predominância do bioma Caatinga. Este tipo de vegetação caracteriza-se por representar o clima Semiárido: quente, seco e de regime pluvial irregular. Devido a essas condições meteorológicas e climáticas, essa região torna-se mais suscetível à ocorrência de queimadas, principalmente, nos períodos anuais onde são observados os menores índices pluviométricos.

Silva & Baptista e Sousa et al. (2015) relataram que através de ferramentas de geoprocessamento, como a mineração de dados e o Sensoriamento Remoto, é possível analisar diretamente o grau de degradação ambiental e os efeitos posteriores causados por queimadas. Pois, estes são capazes de fornecer informações espaço-temporais que possibilitam a caracterização dos efeitos ecológicos, climáticos e químicos da atmosfera gerados por tal evento (FERNANDES et al., 2016).

Portanto, o objetivo do artigo foi identificar a área efetivamente afetada pelo fogo e acompanhar o processo de regeneração natural da superfície vegetal tomando como referência os padrões com que as cicatrizes das queimadas ocorreram no campo e a

influência da precipitação local sob tal processo, a partir da análise espectral de dados orbitais de baixa e alta resolução geométrica simultaneamente.

## 2 I MATERIAL E MÉTODOS

A mesorregião do Sertão Pernambucano encontra-se localizada entre as coordenadas geográficas 37°42’30” O a 40°43’30” O e 7°32’30” S a 9°3’0” S , onde representa aproximadamente 39% da área total do estado (38.477 km2), com uma população estimada de 1.039.733 de habitantes.

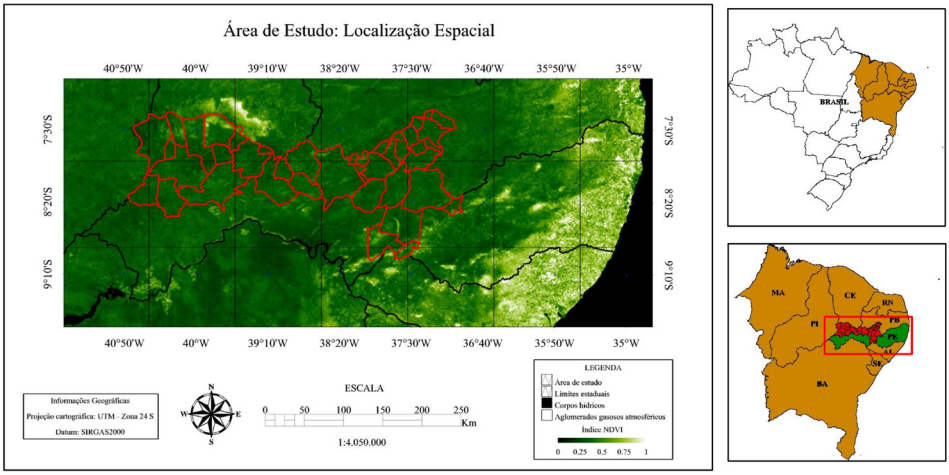



FIGURA 1. Localização Espacial da mesorregião do Sertão Pernambucano em uma imagem MOD13A3 do mês de outubro de 2012.

Para a identificação do período mensal mais seco do ano (aquele que apresentaria um maior potencial para eventos de queimadas), foram utilizados dados de precipitação mensal da série temporal de 2010 a 2017, de dez municípios distribuídos espacialmente na mesorregião do Sertão Pernambucano.

Após essa classificação climatológica, foram utilizados os seguintes dados para a análise e monitoramento das áreas de queimadas: Imagens do produto MCD64A1 (GIGLIO et al., 2018); Arquivos vetoriais relacionados à ocorrência de focos de calor disponibilizados pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE); Imagens do produto MOD13A3 (DIDAN et al., 2015); e Imagens LANDSAT 8/OLI (SCHROEDER et al., 2016; ZHU et al., 2017; GIGLIO et al., 2018).

As imagens referentes aos meses mais secos da série temporal estudada foram analisadas levando-se em consideração os seguintes parâmetros: Quantidade mensal de focos de calor e de área queimada, menor presença de nuvens e o comportamento da

vegetação antes, durante e após a ocorrência do fogo mensalmente. O processamento digital das imagens de satélite e dos arquivos vetoriais foi realizado no software *ENVI* (*Environment for Visualizing Images*) – versão 4.2.

Para caracterização espectral das áreas susceptíveis à queima, foi utilizado o algoritmo de classificação "REPTree" (lotado dentro do software de mineração de dados – *Waikato Environment for Knowledge Analysis* – versão 3.9.2) na busca de padrões nos pixels correspondentes às áreas de queima considerando as informações do índice NDVI e da precipitação ocorrida no local (SOUSA et al., 2015).

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Baseando-se na metodologia proposta por Xavier & Xavier (1999), foi executada a técnica de Quantis numa série de dados de 30 anos (1985 – 2015) de valores médios de precipitação anual observados em três municípios (Arcoverde, Ouricuri e Triunfo) para, posteriormente, aplicá-la nos dados apresentados na Tabela 1.

Tais valores foram divididos em períodos "SECOS" (aqueles em que os totais de precipitação foram menores ou iguais a frequência acumulada de ocorrência de 25% - intervalo de valores inferiores ou iguais a 543,3 mm), "NORMAIS" (com probabilidade maior que 25% e inferior a 75% - superiores a 543,3 mm e inferiores a 855,4 mm), e "CHUVOSOS" (com probabilidade igual ou maior que 75% - iguais ou superiores a 855,4 mm).

| Ano | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PMA (mm)** | 1031,8 | 1007,2 | 327,2 | 641,1 | 668,1 | 593,7 | 434,7 | 430,3 |
| **Classe** | C | C | S | N | N | N | S | S |

Onde: PMA – Precipitação Média Anual, "C" – Ano chuvoso, "N" – Ano normal, "S" – Ano seco.

TABELA 1. Classificação a partir da técnica de *Quantis* da série temporal de 2010 a 2017.

Delimitações probabilísticas de valores semelhantes aos presentes na Tabela 1, foram encontrados também por Monteiro et al. (2012) quando analisaram durante o mesmo intervalo de tempo (30 anos – 1980 a 2009), a região do baixo curso do Rio Apodi localizado no município de Mossoró/RN, também com clima semiárido.

Após essa análise climática, foi avaliada a associação dos pontos de calor (vetores) com a área queimada nas imagens MCD64A1. A Figura 2 apresenta a imagem MCD64A1 do mês de novembro de 2011, onde em destaque pode-se notar os pixels que representam potencial de pertencerem a uma área queimada no campo (em branco), se coincidirem com a posição dos focos de calor (em vermelho).

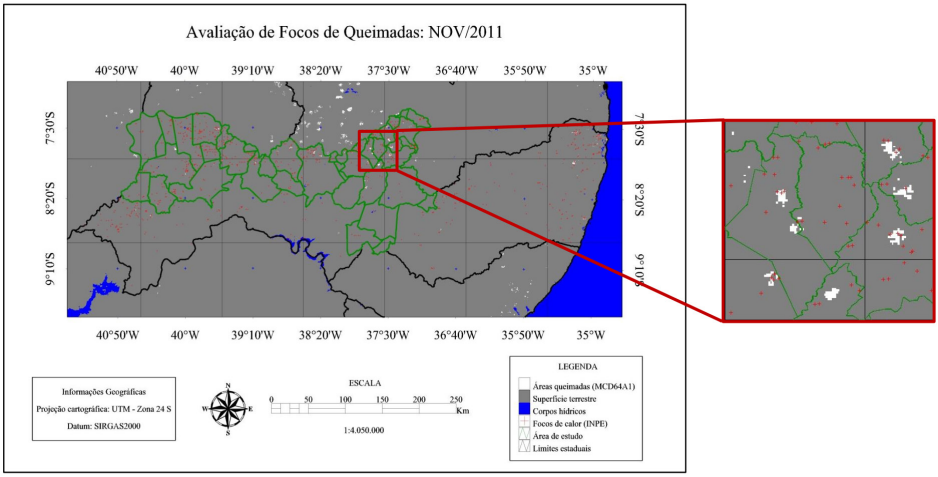



FIGURA 2. Imagem MCD64A1 do mês de novembro de 2011, apresentando em branco (áreas com potencial de pertencerem a áreas de queimadas), e em vermelho (focos de calor ocorridos no mês de novembro de 2011).

Objetivou-se utilizar os vetores dos meses que apresentaram maior incidência de focos de calor, afim de que fossem alcançadas com facilidade maiores áreas de queimadas, propiciando assim, uma melhor análise dos índices de NDVI através das imagens MOD13A3.

A Figura 3 apresenta a relação de capacidade de regeneração da vegetação afetada pelo fogo ligada à influência da precipitação ocorrida no local e ao ano de ocorrência desses focos de calor, gerada a partir do processamento digital dos dados orbitais desse produto MODIS relacionados a essas áreas afetadas pelo fogo:

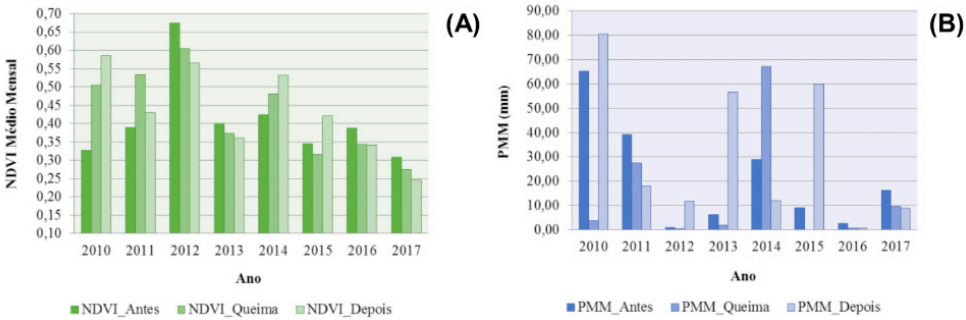



FIGURA 3. Análise dos Índices médios mensais NDVI (A) e pluviométrico (B) para os municípios analisados antes, durante e após a ocorrência dos focos de calor.

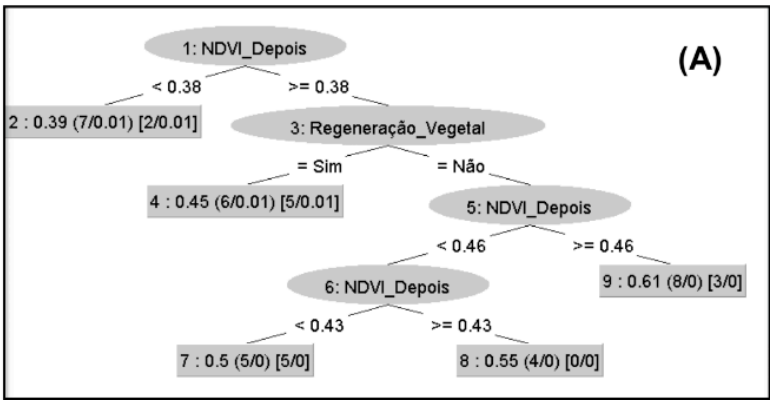
Onde PMM – Precipitação Média Mensal (mm).

De acordo com a Figura 3, somente o ano chuvoso de 2010 e os anos normais (2014 e 2015) exibiram um comportamento espectral de expressiva progressão no índice NDVI após o processo de queima, devido à precipitação considerável ocorrida no local. Dito isso, foi observado que a precipitação é um fator importante que é capaz de influenciar diretamente, em uma escala bimensal, no processo de regeneração da vegetação na área analisada pelo estudo (PINHEIRO et al., 2017).

Através da análise desses dados no software *WEKA*, foi diagnosticada uma correlação de (0,792) através do cruzamento dos dados do índice NDVI de queima com o índice posterior a ela e o processo de regeneração vegetal. Os valores encontrados no índice NDVI desses pixels pertencentes às áreas de queimadas variaram entre 0,39 e 0,61.

Lourenço et al. (2017) classificaram áreas de Caatinga natural através de imagens LANDSAT 5/TM e observaram valores que variaram de 0,13 a 0,67. Tal estudo comprovou que o produto MOD13A3 pode ter superestimado alguns valores de NDVI dentro da série temporal analisada nesse estudo, devido a sua limitação quanto à resolução geométrica (1 km).

Em contra partida, foi possível identificar que essas áreas só terão a capacidade de regeneração ao longo do tempo se estiverem em uma faixa de valores entre 0,39 e 0,45, pois, acima disso, o índice NDVI apresentou uma regressão espectral após a queimada (Figura 4A). Em relação ao processo de recuperação e/ou regeneração natural da vegetação local após o evento de queimada (Figura 4B), foi expressa uma correlação expressiva com a precipitação após o evento de queimada (C = 0,8797), indicando que a regeneração dessas áreas somente ocorrerá se um valor mínimo de NDVI de 0,41 e a precipitação crítica de 50,55 mm forem alcançados no local.



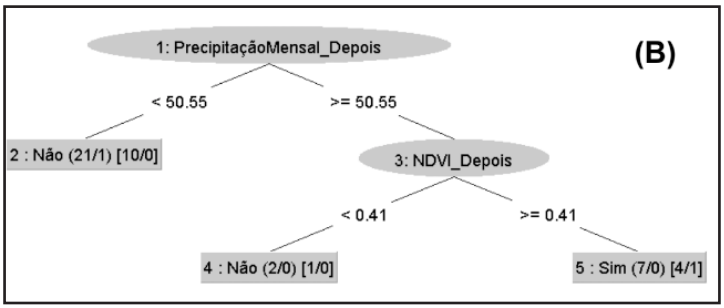



FIGURA 4. Árvores de Decisão: Análises do índice NDVI mensal de queima e da capacidade de regeneração vegetal (itens A e B, respectivamente).

A Figura 5 expressa a fase da validação desse mapeamento das áreas queimadas que se refere ao comparativo quanto à eficiência espacial apresentada pelo algoritmo MODIS em relação às imagens de referência LANDSAT 8/OLI em quatro anos específicos: 2013, 2015, 2016 e 2017 (municípios de Inajá, Triunfo, Flores e Itapetim, respectivamente). Estes anos foram escolhidos entre os demais, devido às limitações temporais (escassez de imagens no banco de dados de origem) e visuais (alta presença de nuvens e ruídos) encontradas em alguns dados orbitais durante o estudo.

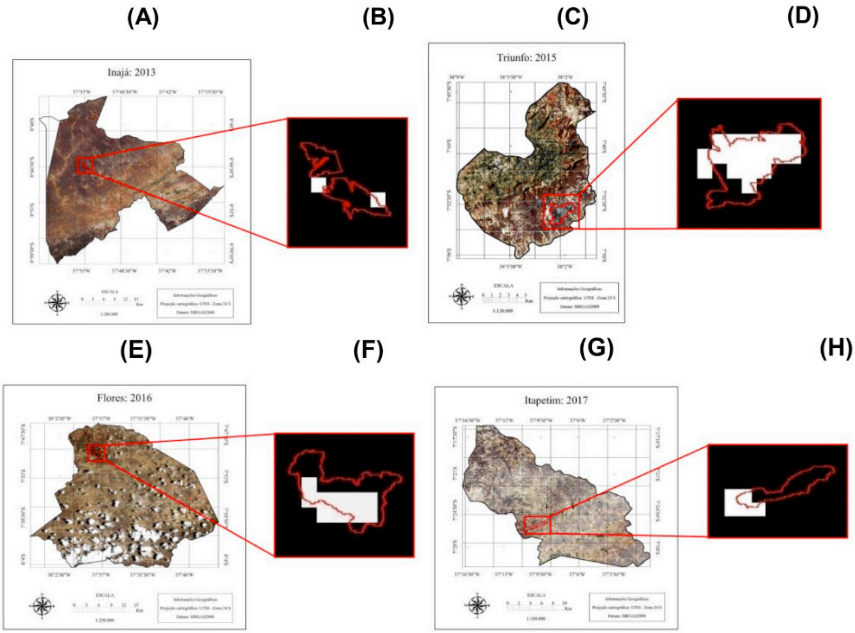



FIGURA 5. Representação espacial das áreas queimadas para os municípios de Inajá (2013), Triunfo (2015), Flores (2016), e Itapetim (2017): Comparação em relação à resolução geométrica das imagens LANDSAT 8/OLI (itens A, C, E e G) e MODIS (itens B, D, F e H).

Através desses dados, foi possível perceber que o produto MCD64A1 apresentou maior precisão espacial à medida que as áreas de queima aumentaram de dimensão territorial (RUIZ et al., 2014; RAMO & CHUVIECO, 2017). Fato este, que é justificado na Tabela 2, onde os altos erros de omissão local (79,99% e 75%) somente se sucederam no município de Inajá no ano de 2013, pois, pôde-se perceber que este produto MODIS não é capaz de identificar com exatidão a progressão espaço-temporal de queimadas que apresentem dimensão territorial aproximadamente inferior a sua resolução espacial: 21,5 ha (ZHU et al., 2017; GIGLIO et al., 2018). Nos demais casos, essa situação se inverteu consideravelmente.

| Município | AQ (MODIS) | AQ (LANDSAT) | DO (Focos de calor / INPE) | DFD (MODIS) | DO (LANDSAT 8 / OLI) | ED | EOL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (ha) | (ha) | | (Dias) | | (%) | (%) |
| **Inajá** | 21,5 | 107,3 | 19/11/2013 | 4 | 10/12/2013 | 20,01 | 79,99 |
| **Inajá** | 21,5 | 85,9 | 24/11/2013 | 2 | 10/12/2013 | 25,00 | 75,00 |
| **Triunfo** | 386,4 | 493,7 | 30/11/2015 | - | 07/12/2015 | 78,26 | 21,74 |
| **Flores** | 214,7 | 364,9 | 11/10/2016 | 1 | 22/10/2016 | 58,83 | 41,17 |
| **Itapetim** | 107,3 | 171,7 | 01/11/2017 | - | 19/11/2017 | 62,51 | 37,49 |

Onde: AQ – Área Queimada, ha – Hectares, DO – Data de Obtenção, DFD – Defasagem de dias, ED – Eficácia de Detecção, EOL – Erro de Omissão Local.

TABELA 2. Eficácia de detecção de áreas queimadas pelo algoritmo gerado através das imagens MCD64A1 em comparação às imagens LANDSAT 8/OLI.

## 4 I CONCLUSÕES

O algoritmo gerado foi capaz de caracterizar o comportamento da vegetação em eventos de queimada para a área em estudo, com eficácia de detecção de 48,92% e erro de omissão local de 51,08% (ambos, valores médios).

Foi observado também que a influência da precipitação só ocorre com um intervalo superior a um ou dois meses e que o produto MOD13A3 demonstrou uma pequena limitação operacional quanto à análise espectral das áreas de queima, provavelmente devido a sua baixa resolução espacial e ao fato de que cerca de 80% dos dados obtidos nesse estudo terem sido de anos chuvosos, tornando assim a presença de nuvens mais evidente.

Esse percentual elevado também revelou que a influência antrópica atuou diretamente na geração de tal processo de degradação ambiental.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UFRPE e ao CNPq (Processo 148852/2018-1) pelos

incentivos à pesquisa que viabilizaram a execução desse trabalho.

## REFERÊNCIAS


DIDAN, K.; MUNOZ, A. B.; SOLANO, R.; HUETE, A. **MODIS vegetation index user's guide (MOD13 Series).** Versão 3. 2015. Disponível em: <https://lpdaac.usgs.gov/sites/default/files/public/product_documentation/mod13_user_guide.pdf>. Acesso em: 06 Nov. 2018.

FERNANDES, A. C. G.; COUTINHO, M. A. N.; SANTOS, V. G.; NASCIMENTO, C. R. Utilização de intervalos de índices de vegetação e temperatura da superfície para detecção de queimadas. **Caderno de Ciências Agrárias,** Montes Claros – MG, v. 8, n. 2, p. 30-40, 2016.

GIGLIO, L.; BOSCHETTI, L.; ROY, D. P.; HUMBER, M. L.; JUSTICE, C. O. The Collection 6 MODIS burned area mapping algorithm and product. **Remote Sensing of Environment**, v. 217, p. 72-85, 2018.

LOURENÇO, V. R.; RAMOS, N. N. L. A.; COSTA, C. A. G. Distribuição espaço-temporal do NDVI sob condições de caatinga preservada. **Revista Espaço Aberto,** Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 101-110, 2017.

MONTEIRO, J. B.; ROCHA, A. B.; ZANELLA, M. E. Técnica dos Quantis para caracterização de anos secos e chuvosos (1980-2009): Baixo curso do Apodi – Mossoró/RN. **Revista do Departamento de Geografia,** São Paulo, v. 23, p. 232-249, 2012.

PINHEIRO, K.; ALVES, E.; MELO, J. G.; ALVES, E.; GALVÍNCIO, J. Avaliação da sazonalidade através do NDVI na Caatinga. In: NÓBREGA R. S. et al. (Org.). **Reflexões sobre o semiárido:** Obra do encontro do pensamento geográfico [livro eletrônico]. 1. ed. Ananindeua: Itacaiúnas, 2017. Cap. 18, p. 142-148.

RAMO, R.; CHUVIECO, E. Developing a Random Forest algorithm for MODIS global burned area classification. **Remote Sensing,** v. 9, p. 1193-1220, 2017.

RUIZ, J. A. M.; LÁZARO, J. R. G.; CANO, I. A.; LEAL, P. H. Burned area mapping in the North American Boreal Forest using Terra-MODIS LTDR (2001–2011): A comparison with the MCD45A1, MCD64A1 and BA GEOLAND-2 products. **Remote Sensing,** v. 6, p. 815-840, 2014.

SCHROEDER, W.; OLIVA, P.; GIGLIO, L.; QUAYLE, B.; LORENZ, E.; MORELLI, F. Active fire detection using Landsat-8/OLI data. **Remote Sensing of Environment,** v. 185, p. 210-220, 2016.

SILVA, S. L.; BAPTISTA, G. M. M. Análise do grau de severidade de áreas queimadas na Estação Ecológica de Águas Emendadas por meio de dados do Landsat 8. **Revista Brasileira de Geografia Física,** Recife, v. 8, n. 2, p. 431-438, jul. 2015.

SOUSA, G. M.; FERNANDES, M. C.; COSTA, G. A. O. P. da. Classificação da susceptibilidade à ocorrência de incêndios através de mineração de dados e GEOBIA. **Revista Brasileira de Cartografia,** Rio de Janeiro, v. 67, n.3, p. 555-567, maio/jun. 2015.

XAVIER, T. M. B. S.; XAVIER, A. F. S. Caracterização de períodos secos ou excessivamente chuvosos no estado do Ceará através da técnica dos quantis: 1964-1998. **Revista Brasileira de Meteorologia,** São José dos Campos – SP, v. 14, n. 2, p. 63-78, dez. 1999.

ZHU, C.; KOBAYASHI, H.; KANAYA, Y.; SAITO, M. Size-dependent validation of MODIS MCD64A1 burned área over six vegetation types in boreal Eurasia: Large underestimation in croplands. **Scientific Reports,** v. 7, p. 4181-4190, 2017.

# CAPÍTULO 26

# PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA: QUALIDADE DO PROCESSO EM TRÊS VELOCIDADES OPERACIONAIS

*Data de aceite: 03/05/2021*
*Data de submissão: 02/02/2021*

**Thiago Orlando Costa Barboza**
Universidade Federal do Triângulo Mineiro
UFTM
Iturama - Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/7295109791233637

**Rodrigo Silva Alves**
Universidade Federal do Triângulo Mineiro
UFTM
Iturama – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/8537823221681736

**Layane Aparecida Mendes dos Santos**
Universidade Federal do Triângulo Mineiro
UFTM
Iturama – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/6640421337759746

**Victor Augusto da Costa Escarela**
Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Iturama – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/751272904241435

**Pedro Henrique Silva Guimarães Cruz**
Universidade Federal do Triângulo Mineiro
UFTM
Iturama – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/4956732283666113

**Carlos Alessandro Chioderoli**
Engenheiro Agrônomo, professor doutor
Mecanização Agrícola, Universidade Federal do
Triângulo Mineiro – UFTM
Iturama – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/0616781392067509

**RESUMO**: Com a alta demanda da produção de cana-de-açúcar associada as novas tecnologias em máquinas, é indispensável o estudo das máquinas em seu ambiente de trabalho visando aumentar a produtividade e diminuir as perdas nas lavouras de cana-de-açúcar, associando com isso melhores velocidades operacionais. Diante disso, o intuito desse trabalho foi avaliar a variável perdas: lasca, pedaço solto e rebolo repicado em kg $ha^{-1}$, em função de diferentes velocidades operacionais. O trabalho foi desenvolvido em área agrícola localizada no município de União de Minas – MG, no mês de outubro, em solo de textura argilosa, cultivar CTC 4, em canavial de primeiro corte. Para classificar as perdas foram adotados os parâmetros: lasca, pedaço solto e rebolo repicado. O controle estatístico de processo (CEP) é eficiente no processo de gerenciamento de colheita, sendo que a variável rebolo repicado foi a responsável por demonstrar os maiores valores de perdas em Kg $ha^{-1}$ , sendo a velocidade de 2 km $h^{-1}$ a que proporcionou menores valores de perdas na colheita mecanizada.

**PALAVRAS-CHAVE**: Cana-de-açúcar, colhedora, controle estatístico.

## MECHANIZED HARVEST LOSSES: QUALITY OF THE PROCESS AT THREE OPERATIONAL SPEEDS

**ABSTRACT:** With the high demand for sugarcane production associated with new technologies in machines, it is essential to study the machines in your work environment in order to increase productivity and reduce losses in sugarcane crops, thereby associating them better operating

speeds. In view of this, the purpose of this work was to evaluate the losses variable: splinter, loose piece and grinding wheel in kg ha-1, according to different operational speeds. The work was carried out in an agricultural area located in the municipality of União de Minas - MG, in October, in clayey soil, cultivar CTC 4, in the first cut cane field. In order to classify the losses, the following parameters were used: chip, loose piece and peaked wheel. Statistical process control (CEP) is efficient in the harvest management process, and the peaked grinding variable was responsible for showing the highest losses in Kg ha-1, with the speed of 2 km h-1 at which provided lower losses in mechanized harvesting.
**KEYWORDS**: Sugarcane, harvester, statistical control.

## 1 I INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que boa parte de sua economia é em função dos sistemas agrícolas e pecuários, obtendo benefícios ao país. A safra de cana-de-açúcar no Brasil será superior em relação à safra passada devido as condições climáticas das regiões em que houve aumento das chuvas trazendo benefícios as lavouras. A estimativa realizada relata que a produção pode chegar a 75.783 kg $ha^{-1}$ (CONAB, 2020). Conforme a chegada da modernização, as máquinas tomaram conta do campo substituindo o lugar de trabalhadores devido a sua grande capacidade operacional, porém, mesmo com tantas tecnologias, softwares, a regulagem incorreta pode ocasionar futuros problemas no custo de manutenção das colhedoras, bem como perdas de cana-de-açúcar no processo mecanizado de colheita. Para realização de uma boa colheita com melhor qualidade de soqueira e menores perdas é necessário que se estabeleça velocidade operacional. De acordo com Ripoli et al. (2001) notaram que a velocidade de 5,39 km $h^{-1}$ é ideal para o processo de colheita, reduzindo gastos e aumentando a eficiência da colhedora. Após o processo de colheita, nota-se a campo as perdas visíveis que em função da má regulagem da máquina bem como a velocidade operacional incorreta. Segundo Neves et al. (2006), as perdas visíveis podem ser classificadas como: lasca, pedaço solto, rebolo repicado que são em respostas da altura do corte basal. O controle estatístico de processo (CEP) são técnicas estatísticas que auxiliam no processo de gerenciamento da colheita mecanizada, visualizando erros oportunos e a possibilidade de identificação e correção do processo. O objetivo desse trabalho foi avaliar a variável perdas: lasca, pedaço solto e rebolo repicado em kg $ha^{-1}$, em função de três velocidades operacionais.

## 2 I MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em área agrícola do município de União de Minas, MG, no mês de outubro, em solo com textura argilosa. A cultivar de cana utilizada foi CTC 4, sob preparo de cultivo mínimo. Para a colheita da cana-de-açúcar foi utilizada uma colhedora da marca Case IH- série A8000 com esteiras, com 260 kW de potência no motor a 2.100 rpm, configurada com extrator primário com diâmetro do ventilador de 1.280 mm,

rotação de 600 a 1.110 rpm, apresenta peso total de 15.000 kg. Após a colheita foram amostrados 60 pontos amostrais em três velocidades operacionais da colhedora (2 Km $h^{-1}$, 3 Km $h^{-1}$ e 4 Km $h^{-1}$), na rotação de 1100 RPM, onde foram quantificadas as perdas por unidades amostrais com grandeza de 13 $m^2$. As variáveis que foram determinadas as perdas são: lasca, pedaço solto, rebolo repicado (REIS, 2009). A coleta das perdas em função das diferentes velocidades da colhedora enfatiza a relevância da correta configuração operacional da colhedora, a fim de reduzir o custo energético, bem como a redução das perdas no campo. A posteriori, os diferentes tipos de perdas foram separados e pesados em condição de campo. Assim sendo, os dados foram extrapolados por meio do software estatístico Minitab, de modo a estabelecer as perdas referentes a operação de colheita da cultura da cana-de-açúcar em três configurações de velocidade de operação da colhedora.

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a elaboração das cartas de controle podemos analisar na variável rebolo repicado (Figura 1), que nas diferentes velocidades os processos se mantiveram sob controle. Na velocidade de 4 km $h^{-1}$ o processo se mostrou com grande variabilidade podendo ser notado pelas distâncias entre o limite superior de controle e limite inferior de controle (LSC e LIC). Nota-se também que analisando a carta de amplitude na velocidade de 2 km $h^{-1}$ houve uma menor perda devido a atenção do operador, sendo que nesses processos pode ocorrer perdas devido a desatenção do operador. Resultados semelhantes foram observados por NORONHA et al. (2011) em que no período diurno houve menores perdas de rebolo repicado devido a maior atenção do operador da colhedora, assim como do operador do conjunto trator-transbordo. Com isso, podemos dizer que esta variável analisada foi a que apresentou maiores perdas, sendo que em maiores velocidades pode ter ocorrido a falta de atenção do operador, bem como, regulagens incorretas da máquina ou fatores ambientais.

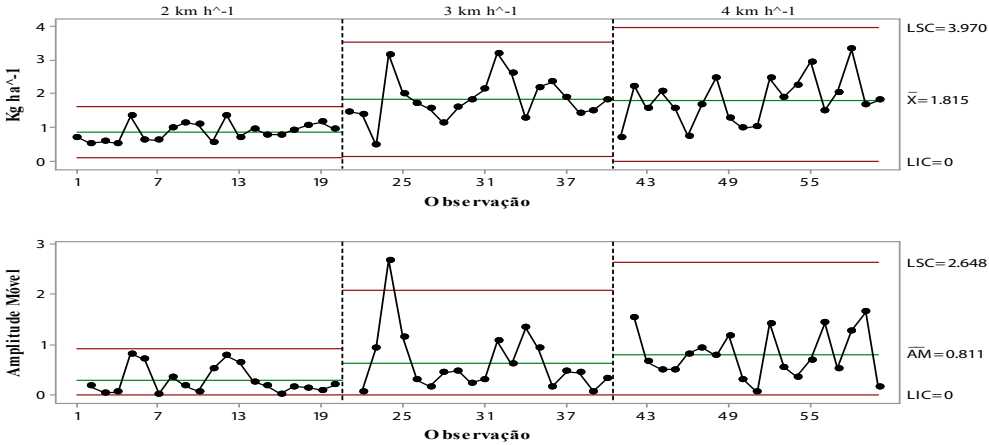



FIGURA 1. Perdas por rebolo repicado em kg ha $^{-1}$; Limite superior de controle (LSC); Limite inferior de controle (LIC); média (X).

Na variável analisada pedaço solto (Figura 2), observamos que a carta não se manteve estável uma vez que na velocidade de 2 km h$^{-1}$ houve um ponto fora do limite superior de controle, sendo apenas um ponto fora de controle pode-se considerar como um valor discrepante devido a alguma intervenção no momento da análise em campo. No entanto, quando analisamos a velocidade de 4 km h$^{-1}$ houve uma menor amplitude entre o limite superior e o limite inferior se mostrando mais estável nesta velocidade. Essa perda está relacionada com o extrator primário uma vez que na velocidade inadequada esses pedaços são lançados para fora do extrator. De acordo com Noronha et al. (2011), ao observar pedaço solto em seus trabalhos comenta que este tipo de perda está relacionada com o extrator primário, apontando que, quando a velocidade está muito elevada, o rebolo repicado é sugado juntamente com a palhada e terra, sendo arremessado fora dos limites dos transbordos como matéria estranha, em que o mesmo é semelhante ao rebolo estilhaçado.

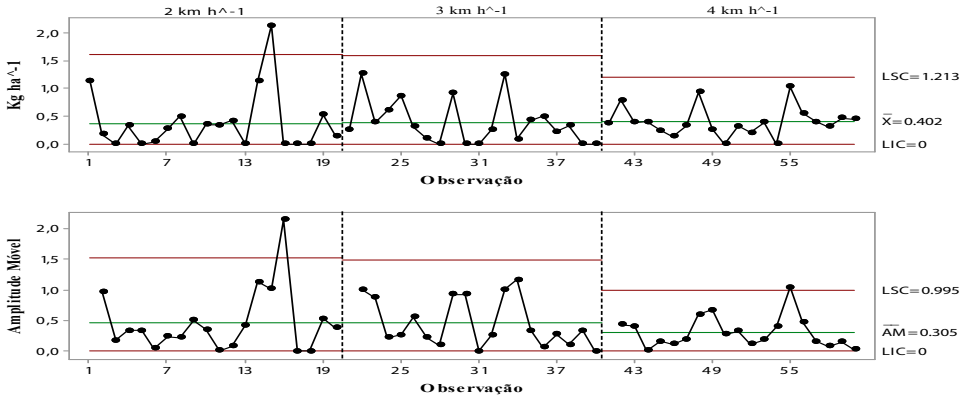



FIGURA 2. Perdas por pedaço solto em kg ha$^{-1}$, Limite superior de controle (LSC); Limite inferior de controle (LIC); média (X).

Quando analisamos a variável lasca (Figura 3) na carta de controle que está associado a velocidade do extrator de 1.100 rpm, podemos notar que nas diferentes velocidadesa de 2 km h$^{-1}$ e 4 km h$^{-1}$ o processo se mostrou sob controle obtendo melhores resultados com médias abaixo das outras variáveis estipulada, porém quando analisamos a velocidade de 3 km h$^{-1}$, a mesma está fora de controle. Apesar de haver um ponto fora do limite superior de controle estabelecido pela carta na velocidade de 2 km h$^{-1}$, a variável perda por lasca foi a que apresentou os menores valores em cparação as demais.

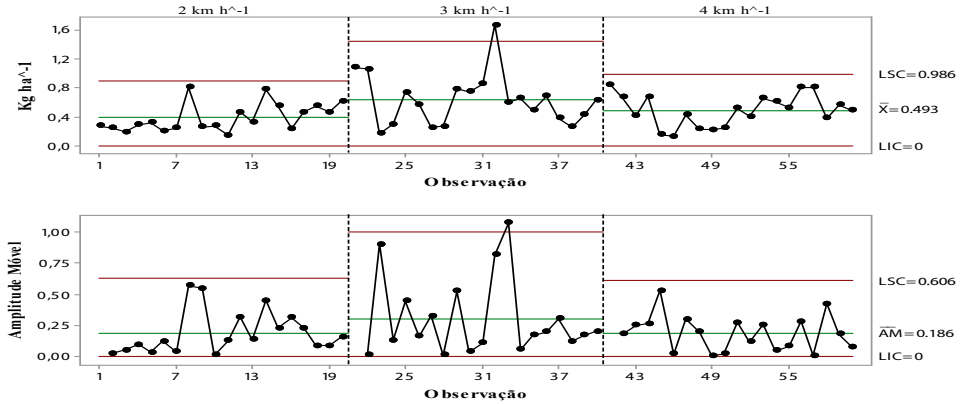



FIGURA 3. Perdas por lasca em kg ha$^{-1}$; Limite superior de controle (LSC); Limite inferior de controle (LIC); média (X).

## 4 I CONCLUSÃO

A velocidade de 2 km h$^{-1}$ proporciona menores valores de perdas na colheita

mecanizada de cana-de-açúcar. A variável rebolo repicado é responsável pelos maiores valores de perdas em kg $ha^{-1}$.

## REFERÊNCIAS


CONAB, **safra brasileira de cana-de-açúcar, boletim de cana-de-açúcar**, p. 13. Acessado em 13 de março de 2020, https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana.

NEVES, J.L.M.; MAGALHÃES, P.S.G.; MORAES, E.E.; ARAÚJO, F.V.M. **Avaliação de perdas invisíveis na colheita mecanizada em dois fluxos de massa de cana-de-açúcar**. Engenharia Agrícola, v.26, p.787-794, 2006.

NORONHA, R. H. F.; SILVA, R. P.; CHIODEROLI, C. A.; SANTOS, E. P.; CASSIA, M. T. Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada diurna e noturna de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola,** Jaboticabal, v. 70, n. 4, p. 931-938, 2011.

REIS. G.N. **Perdas na colheita mecanizada de cana-de-açúcar crua em função do desgaste das facas do corte de base**. **Tese em Agronomia** – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 2009.

RIPOLI, T.C.C.; CARVALHO FILHO, S.M.; MOLINA JÚNIOR, W.F.; RIPOLI, M.L.C. **Desempenho econômico de colhedora em cana crua**. Engenharia Rural, Piracicaba, v. 12, p. 1-5, 2001.

# CAPÍTULO 27

# MICROPROPAGAÇÃO DE GENÓTIPOS DE GÉRBERA A PARTIR DE FOLHA PECIOLADA

*Data de aceite: 03/05/2021*
*Data de submissão: 27/01/2021*

**Tarcisio Rangel do Couto**
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ
http://lattes.cnpq.br/1513281634608183

**João Sebastião de Paula Araujo**
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – RJ
http://lattes.cnpq.br/4668715535047425

**RESUMO**: A gérbera (*Gerbera jamesonii*), pertencente à família Asteraceae, é considerada uma das flores de corte mais populares do mundo, devido a diversidade de cores e formas das flores. O método de propagação vegetativa *in vivo* é feito pelo uso de estacas de rizoma, no entanto, a multiplicação por meio deste método é muito lenta para ser comercialmente viável. A propagação vegetativa *in vitro* é comumente usada para obtenção de novas mudas de forma mais rápida e em larga escala. O objetivo deste trabalho foi estabelecer um protocolo de micropropagação de genótipos de gérbera. Para a fase de estabelecimento *in vitro* foi utilizado o meio MS e após 30 dias foi avaliada a resposta morfogênica dos explantes. Na fase de multiplicação foi montado o experimento em DIC em fatorial 7x3x3, sendo os tratamentos constituídos por sete genótipos de gérbera, três concentrações de BAP - 6-benzilaminopurina (2,22; 4,44 e 8,88 µmol $L^{-1}$) e três concentrações de ANA - ácido 1-naftalenoacético (0,0; 2,68 e 5,37 µmol $L^{-1}$) com quatro repetições. Após oito subcultivos (30 dias para cada), foi feita a avaliação do número de brotações por explante. Sete genótipos de gérbera pertencentes ao banco de germoplasma da UFRRJ foram estabelecidos *in vitro* utilizando folhas com pecíolo como explante inicial. Na fase de multiplicação, a combinação 8,88 µmol $L^{-1}$ de BAP + 5,36 µmol $L^{-1}$ de ANA foi a mais eficiente para produção de brotações para todos os genótipos.

**PALAVRAS-CHAVE**: *Gerbera jamesonii* Bolus Ex. Hook, cultura de tecidos vegetais, propagação vegetativa *in vitro*.

## GERBERA GENOTYPES MICROPROPAGATION FROM LEAF PETIOLE

**ABSTRACT**: Gerbera (*Gerbera jamesonii*), belonging to the Asteraceae family, is considered one of the most popular cut flowers in the world, due to the diversity of colors and shapes of flowers. The vegetative method propagation *in vivo* is done by the use of rhizome cuttings, however, multiplication by this method is too slow to be commercially viable. Vegetative *in vitro* propagation is commonly used to obtain new seedlings more quickly and on a large scale. The objective of this work was to establish a gerbera genotypes micropropagation protocol. For the *in vitro* establishment, the MS medium was used and after 30 days the morphogenic response explants was evaluated. In the multiplication, the experiment was set up in DIC factorial 7x3x3, with the treatments consisting of seven gerbera genotypes, three BAP - 6-benzylaminopurine

concentrations (2,22; 4,44 and 8,88 µmol $L^{-1}$) and three ANA - 1-naphthaleneacetic acid concentrations (0,0; 2,68 and 5,37 µmol $L^{-1}$) with four repetitions. After eight subcultures (30 days for each), the number of shoots per explant was evaluated. Seven genotypes belonging to the germplasm bank of UFRRJ were established *in vitro* using leaves with petiole as the initial explant. In the multiplication, the combination 8,88 µmol $L^{-1}$ BAP + 5,36 µmol $L^{-1}$ ANA was the most efficient for shoots production for all genotypes.
**KEYWORDS**: *Gerbera jamesonii* Bolus Ex. Hook, plant tissue culture, *in vitro* vegetative propagation.

## 1 I INTRODUÇÃO

A gérbera é uma planta herbácea, pertencente à família Asteraceae e originária da África do Sul. As folhas têm formato em roseta e das gemas axilares na base do pecíolo de algumas delas evoluem os brotos florais que desenvolvem pedúnculos com inflorescência terminal em capítulo. Nos últimos anos, houve um crescente interesse pelos tipos de corte, pois suas flores mostram boa durabilidade e uma variação de cores que satisfaz os mercados mais exigentes (INFOAGRO, 2018).

Rosa, alaranjada, branca, amarela e vermelha são as cores em ordem de preferência, e a crescente tendência na diversidade é apresentada em mais de 300 variedades que são lançadas a cada ano. Em função da variedade de cores, evidencia-se como cultura de elevado valor comercial, tanto para o mercado interno quanto para a exportação, com destaque nos principais centros de comercialização (REN et al., 2018).

Existem dois métodos para a propagação da gérbera: sexual e vegetativo. Por ser uma espécie de polinização cruzada, a propagação via semente não é muito interessante comercialmente, pelo fato de haver segregação na progênie o que torna a produção desta pouco interessante dada à variação produzida. Por isso, o emprego da micropropagação tem sido crescente para essa espécie, tornando-se uma alternativa bastante viável para sua propagação assexual. O método mais indicado para o estabelecimento inicial da cultura é o que emprega ápice meristemático. Entretanto, ele demanda um grande número de plantas adultas, que são destruídas para o fornecimento de explantes iniciais (KUMARI et al., 2018; PAWŁOWSKA et al., 2018). Dessa forma, a utilização de explantes como folhas com pecíolo, representa uma alternativa de propagação vegetativa *in vitro* de gérbera.

A micropropagação exige um meio individual e otimizado e condições adequadas de incubação, e tem permitido que a produção em escala comercial de gérbera seja feita de forma planejada, o que permite ao produtor atender ao mercado durante praticamente o ano inteiro. A cultura de tecidos vegetais auxilia também os programas de melhoramento genético, o manejo, o intercâmbio e a conservação de germoplasma. Logo, a introdução de técnicas biotecnológicas, como a propagação vegetativa *in vitro*, com potencial para multiplicar genótipos superiores de forma rápida, mostra-se vantajosa e tem sido dispensada grande atenção as pesquisas nesta área. Diversos estudos relacionados à

micropropagação dessa espécie vêm sendo realizados com a utilização de vários tipos de fitorreguladores (auxinas, citocininas e ácido giberélico) e também o uso de diferentes tipos de explantes (JUNGHANS; SOUZA, 2013; CARDOSO; SILVA, 2013).

Considerando a grande quantidade de cores e formas das flores de gérbera, além do fato de serem plantas de elevado valor comercial, ações que envolvam a multiplicação dessa espécie via propagação vegetativa e o conhecimento dos níveis de variabilidade genética são imprescindíveis para delinear estratégias que visem à conservação em coleções de germoplasma e o manejo sustentado, estabelecendo, com isso, as bases para se iniciar um melhoramento genético de gérbera na UFRRJ.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi estabelecer um protocolo de micropropagação de genótipos de gérbera usando folhas com pecíolo como explante inicial.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

As diferentes etapas dos experimentos foram realizadas no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais (LCTV), no Departamento de Fitotecnia, Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ.

O material vegetal utilizado como explante foi obtido de sete plantas matrizes de genótipos de gérbera (‘Pacific’, ‘Igloo’, ‘Igor’, ‘Mephisto’, ‘Kozak’, gérbera amarela - “GA”, gérbera rosa - “GR”, gérbera laranja - “GL”) mantidas em casa de vegetação no Setor de Horticultura da UFRRJ.

Foram selecionadas, de plantas adultas, folhas jovens com pecíolo com tamanho de aproximadamente 5 a 9 cm e com aparência saudável, sem manchas e sem sinais de pragas e doenças (Figura 1). De todos os genótipos utilizados foram extraídas folhas de 15 plantas diferentes (repetições), e quatro folhas/planta, sendo 60 explantes por genótipo e total de 840 explantes.

Após serem retiradas, as folhas foram colocadas em frasco com água e levadas ao laboratório, em seguida, lavadas em água corrente, imersas em solução com detergente neutro por 10 minutos sob agitação, enxaguadas em água corrente. Posteriormente, foram transferidas para câmara de fluxo laminar e submetidas à desinfestação com álcool 70% por 1 minuto, seguido por hipoclorito de sódio comercial (Qboa®) a 0,75% e 3 gotas de Tween® 20 por 15 minutos, enxaguadas uma vez em água destilada autoclavada, submergidas em solução de Virkon® a 0,50% por 10 minutos e quatro enxagues em água destilada autoclavada nos tempos de 5, 5, 10 e 10 minutos.

Figura 1. Explante folha peciolada utilizado no estabelecimento *in vitro* de sete genótipos de gérbera.

Os explantes foram inoculados em frasco de vidro (120 x 25 mm) contendo 15 mL meio de cultura constituído pela formulação salina de MS e as vitaminas de White (MURASHIGE e SKOOG, 1962) (Phytotecnology Laboratories®), 30 g $L^{-1}$ de sacarose P.A (Isofar®), na consistência sólida com 7,5 g $L^{-1}$ de Agar (Vetec®), e o pH ajustado para 5,8 antes da adição do ágar e autoclavagem por 15 minutos a 1,0 atm. e 121 ˚C.

Os frascos foram transferidos para sala de crescimento com fotoperíodo de 16:8 (luz:escuro), irradiância de 35 µmol $m^{-2}$ $s^{-1}$ fornecida por lâmpadas (OSRAM®, luz do dia). A temperatura e umidade foi averiguada por um termoigrômetro (Instrutherm®). A temperatura média foi de 25,60 ºC e a umidade relativa média foi 61,83%. Após 30 dias foi feita a avaliação da resposta morfogênica e a porcentagem de contaminação.

Após a fase de estabelecimento *in vitro*, iniciou-se a fase de multiplicação. Nesta fase, foi montado o experimento em delineamento inteiramente casualizado em fatorial 7x3x3, sendo os tratamentos constituídos por sete genótipos de gérbera (‘Pacific’, ‘Igloo’, ‘Igor’, ‘Mephisto’, GA, GR, GL), três concentrações de BAP - 6-benzilaminopurina (2,22; 4,44 e 8,88 µmol $L^{-1}$) e três concentrações de ANA - ácido 1-naftalenoacético (0,0; 2,68 e 5,37 µmol $L^{-1}$) com quatro repetições. Cada parcela foi constituída por um frasco de vidro (90 x 70 mm) com 30 mL de meio de cultura e contendo um explante.

O meio de cultura utilizado foi constituído pela formulação salina de MS e as vitaminas

de White (MURASHIGE e SKOOG, 1962) (Phytotecnology Laboratories®), 30 g $L^{-1}$ de sacarose P.A (Isofar®), suplementado com as diferentes combinações dos fitorreguladores propostos, na consistência sólida com 7,5 g $L^{-1}$ de Agar (Vetec®), e o pH ajustado para 5,8 antes da adição do ágar e autoclavagem por 15 minutos a 1,0 atm. e 121 °C.

Os subcultivos foram realizados a cada 30 dias e em cada subcultivo as "massas" de brotações foram separadas com auxílio de bisturi e transferidas, de acordo com a quantidade produzida, para outros frascos de vidro (65 x 125 mm) com 40 mL de meio de cultura conforme o tratamento. A cada subcultivo foi trocado o frasco de vidro com um meio de cultura novo, mantendo a mesma composição e os tratamentos propostos.

Objetivando favorecer o desenvolvimento de brotações, em cada subcultivo foi realizada a quebra da dominância apical das brotações. Este procedimento foi feito por meio da inserção da lâmina do bisturi no centro da brotação para a destruir o meristema apical. Para os calos, em cada subcultivo, estes foram transferidos de um frasco para outro. Durante a fase de multiplicação os frascos foram mantidos em sala de crescimento nas mesmas condições anteriores. Após oito subcultivos foram avaliados o número de brotações formadas (taxa de multiplicação) de cada genótipo e a porcentagem de contaminação.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, averiguando-se a normalidade pelo teste de Lilliefors e a homogeneidade pelo teste Shapiro-Wilk. Não havendo restrições e quando verificada a significância nas interações ou nos fatores, foi aplicado o teste de média de Tukey, adotando-se 5% de probabilidade. Foi utilizado o software Sisvar® para as análises estatísticas e o programa Excel 2013 para elaboração dos gráficos.

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 30 dias de estabelecimento *in vitro*, os genótipos de gérbera apresentaram alta taxa de sobrevivência (acima de 85%).

Embora alguns genótipos tenham apresentado contaminações, o protocolo de desinfestação utilizado neste trabalho foi o mais eficiente quando comparado a experimentos executados anteriormente, em que variou-se o tipo de explante (capítulo floral jovem, capítulo floral aberto, meristema apical de brotação) e desinfetante (dióxido de cloro, água oxigenada e hipoclorito de cálcio) (dados não mostrados).

Os explantes que apresentaram resposta morfogênica em todos os genótipos foram transferidos para meio de multiplicação (figura 2).

Figura 2. Explante folha peciolada com resposta morfogênica após 30 dias de estabelecimento *in vitro* de sete genótipos de gérbera.

Os subcultivos foram realizados num período padrão a cada 30 dias, segundo Murashige et al. (1974). Tais autores confirmaram que um período de cultivo *in vitro* de plantas de gérbera superior a nove semanas pode resultar na deterioração dos tecidos vegetais.

A tabela 1 mostra a ANOVA para o número de brotações obtidas após oito subcultivos dos genótipos de gérbera nas diferentes combinações de BAP e ANA.

| Fontes de Variação | GL | SQ | QM |
|---|---|---|---|
| Genótipo (GEN) | 6 | 234994,325397 | 39165,720899* |
| BAP | 2 | 843277,071429 | 421638,535714* |
| ANA | 2 | 218829,309524 | 109414,654762* |
| GEN x BAP | 12 | 94740,650794 | 7895,054233* |
| GEN x ANA | 12 | 146425,579365 | 12202,131614* |
| BAP x ANA | 4 | 767570,976190 | 191892,744048* |
| GEN x BAP x ANA | 24 | 472264,301587 | 19677,679233* |
| Erro | 189 | 15040,750000 | 79,580688 |
| Total | 251 | 2793142,964286 | |
| CV (%) | | 9,77 | |
| Média Geral | | 91,32 | |

*Significativo pelo teste F (P≤0,05); SQ – Soma de quadrados; QM – Quadrado médio.

Tabela 1. Análise de variância para a número de brotações obtidas após oito subcultivos (fase de multiplicação) de sete genótipos de gérbera.

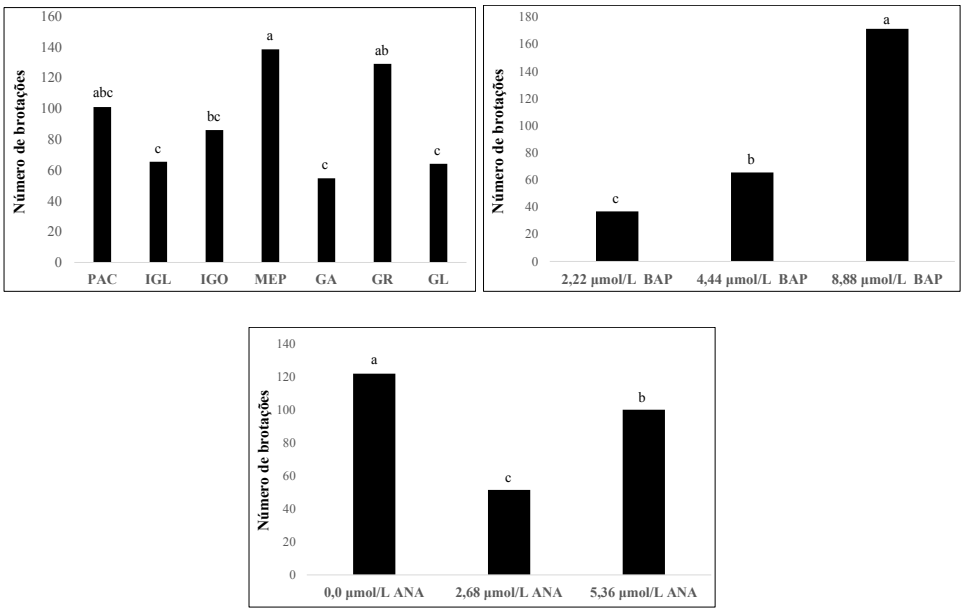
De acordo com a análise de variância (Tabela 1) após oito subcultivos (fase de multiplicação *in vitro*) foi possível observar diferença significativas entre os genótipos de

gérbera e as diferentes concentrações dos fitorreguladores BAP e ANA. Ao se analisar o fator genótipo (GEN), BAP e ANA, constatou-se diferença significativa.

O genótipo 'Mephisto' produziu a maior quantidade média de brotações durante a fase de multiplicação *in vitro*, sendo estatisticamente igual a GR e 'Pacific'. Este resultado demonstra que os genótipos de gérbera tiveram taxa de multiplicação diferente com a mesma concentração de fitorregulador (Figura 3).

A concentração de BAP (8,88 µmol $L^{-1}$) evidenciou a maior média de quantidade de brotações após oito subcultivos da fase de multiplicação *in vitro*. Deve-se atentar que nesta concentração foi produzido mais que o dobro de brotações da concentração 4,44 µmol $L^{-1}$ de BAP (Figura 3).

Com relação ao fator ANA, observou-se que a concentração 0,0 µmol $L^{-1}$ exibiu a maior quantidade média de brotações, ou seja, a ausência de ANA não demonstrou diminuição da taxa de multiplicação (Figura 3).




Legenda: PAC-'Pacific', IGL-'Igloo', IGO-'Igor', MEP-'Mephisto', GA-gérbera amarela, GR-gérbera rosa, GL-gérbera laranja. As letras diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 3. Número de brotações obtidas após oito subcultivos da fase de multiplicação *in vitro* de sete genótipos de gérbera em diferentes concentrações de BAP e ANA.

A tabela 2 apresenta o resultado da interação Genótipo x BAP.

| Tratamentos | 2,22 µmol $L^{-1}$ BAP | 4,44 µmol $L^{-1}$ BAP | 8,88 µmol $L^{-1}$ BAP |
|---|---|---|---|
| **'Pacific'** | 38,75 bC | 81,25 bB | 183,10 cA |
| **'Igloo'** | 23,34 cC | 44,67 cB | 128,50 eA |
| **'Igor'** | 47,00 abB | 45,75 cB | 165,50 dA |
| **'Mephisto'** | 52,75 aC | 135,17 aB | 227,84 bA |
| **GA** | 21,34 cC | 33,00 dB | 109,84 fA |
| **GR** | 48,67 abC | 80,25 bB | 258,50 aA |
| **GL** | 26,42 cC | 39,42 cdB | 126,75 eA |

Médias seguidas pelas letras minúsculas na coluna e maiúscula na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Resumo da interação Genótipo x BAP para o número de brotações obtidas após oito subcultivos da fase de multiplicação *in vitro* de sete genótipos de gérbera.

De acordo com a tabela 2, observou-se diferenças entre os genótipos dentro de cada concentração de BAP. Na concentração de 2,22 e 4,44 µmol $L^{-1}$, o genótipo 'Mephisto' apresentou o maior número de brotações. Já na concentração de 8,88 µmol $L^{-1}$ foi o genótipo GR que produziu a maior quantidade de brotações.

Verificou-se que em todos os genótipos a concentração de 8,88 µmol $L^{-1}$ de BAP foi a que proporcionou a maior quantidade de brotações após os oito subcultivos da fase de multiplicação *in vitro*. A concentração de 2,22 µmol $L^{-1}$ de BAP foi a que menos contribuiu para a produção de brotação dos genótipos.

A tabela 3 apresenta o resultado da interação Genótipo x ANA.

| Tratamentos | 0,0 µmol $L^{-1}$ ANA | 2,68 µmol $L^{-1}$ ANA | 5,36 µmol $L^{-1}$ ANA |
|---|---|---|---|
| **'Pacific'** | 119,25 cA | 70,84 abB | 113,00 cA |
| **'Igloo'** | 91,50 dA | 33,42 dC | 71,58 eB |
| **'Igor'** | 112,67 cA | 71,92 aB | 73,67 eB |
| **'Mephisto'** | 168,25 bB | 61,00 bC | 186,50 aA |
| **GA** | 75,58 eA | 46,50 cB | 42,10 fB |
| **GR** | 215,67 aA | 41,92 cdC | 129,84 bB |
| **GL** | 72,08 eB | 35,75 cdC | 84,75 dA |

Médias seguidas pelas letras minúsculas na coluna e maiúscula na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Resumo da interação Genótipo x ANA para o número de brotações obtidas após oito subcultivos da fase de multiplicação *in vitro* de sete genótipos de gérbera, Seropédica/RJ, 2018.

De acordo com a tabela 3, observou-se diferenças entre os genótipos dentro de cada

concentração de ANA. Com ausência de ANA o genótipo GR apresentou o maior número de brotações. Na concentração de 2,68 µmol $L^{-1}$, o genótipo 'Igor' exibiu a maior quantidade de brotações e, na concentração de 5,36 µmol $L^{-1}$, o genótipo 'Mephisto' produziu a maior quantidade de brotações.

Dentro de cada genótipo observou-se resposta diferente aos níveis de ANA. Em 'Pacific', 'Igloo', 'Igor', GA e GR a ausência de ANA proporcionou a maior produção de brotações após oito subcultivos. Já em 'Mephisto' e GL a concentração de 5,36 µmol $L^{-1}$ produziu a maior quantidade de brotações.

Shabbir et al. (2012) utilizaram folha como explante na micropropagação da gérbera 'Sunglow', e também notaram a redução do número de brotações nos tratamentos em que foram adicionados ANA. Os autores mostraram ainda que o BAP aumentou o número de brotações, e estimulou a divisão celular, pois ele pode ser necessário para regular a síntese das proteínas envolvidas na formação do fuso meiótico.

A tabela 4 apresenta o resultado da interação BAP x ANA.

| Tratamentos | 0,0 µmol $L^{-1}$ ANA | 2,68 µmol $L^{-1}$ ANA | 5,36 µmol $L^{-1}$ ANA |
|---|---|---|---|
| **2,22 µmol $L^{-1}$ BAP** | 79,96 cA | 30,71 bB | 0,00 cC |
| **4,44 µmol $L^{-1}$ BAP** | 149,42 aA | 34,14 bB | 13,35 bC |
| **8,88 µmol $L^{-1}$ BAP** | 137,03 bB | 90,00 aC | 287,25 aA |

Médias seguidas pelas letras minúsculas na coluna e maiúscula na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Resumo da interação BAP x ANA para o número de brotações obtidas após oito subcultivos da fase de multiplicação *in vitro* de sete genótipos de gérbera, Seropédica/RJ, 2018.

De acordo com a tabela 4, observou-se diferenças significativas na produção de brotações dentro das combinações de BAP e ANA. Na ausência de ANA, a concentração de 4,44 µmol $L^{-1}$ de BAP produziu a maior quantidade de brotações. E as concentrações de 2,68 e 5,36 µmol $L^{-1}$ de ANA combinadas com 8,88 µmol $L^{-1}$ de BAP produziram a maior quantidade de brotações.

Analisando cada concentração de BAP, verificou-se que nas concentrações de 2,22 e 4,44 µmol $L^{-1}$ a maior produção de brotações foi na ausência de ANA e, na combinação de 2,22 µmol $L^{-1}$ BAP + 5,36 µmol $L^{-1}$ ANA foi observado somente formação de calos. Esta resposta foi constatada em todos os genótipos estudados (Figura 6). Na combinação de 4,44 µmol $L^{-1}$ BAP + 5,36 µmol $L^{-1}$ ANA também foi observado maior formação de calos do que brotações (Figura 6). E a combinação 8,88 µmol $L^{-1}$ BAP + 5,36 µmol $L^{-1}$ ANA apresentou a maior quantidade de brotações entre todas as combinações.

Vários fatores envolvidos na regeneração de brotações devem ser considerados,

incluindo o estágio de desenvolvimento das folhas, fitorreguladores no meio de cultura e relação genótipo dependente (WINARTO; YUFDY, 2017). Existem várias pesquisas relatando a micropropagação de gérbera, com variação de tipos de explante, porém, poucos trabalhos relatam o uso da folha junto com pecíolo, como foi feito nas condições desse trabalho, sendo o mais usual o uso separado da folha e pecíolo, com foco principalmente para a embriogênese somática.

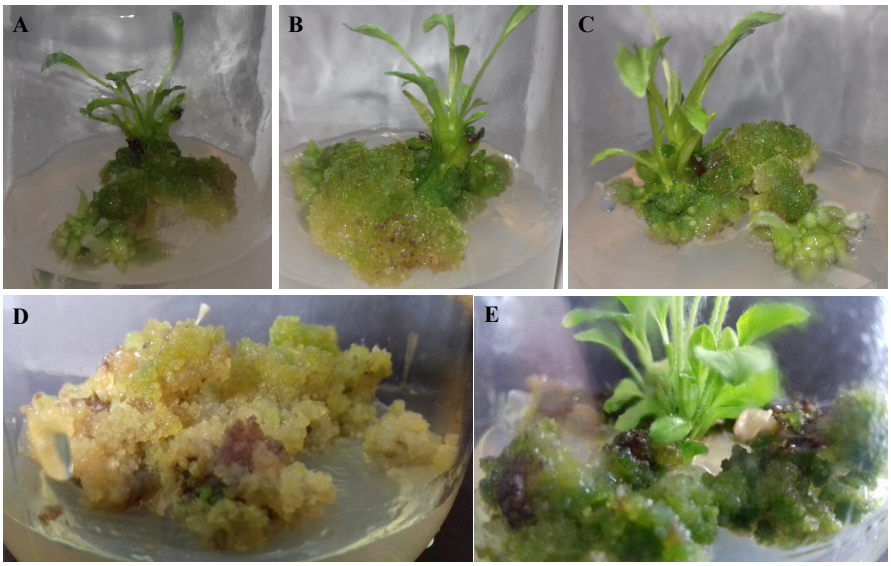



Figura 6. Resposta morfogênica de formação de calos na combinação BAP + ANA nos sete genótipos de gérbera estudados. (A), (B), (C) e (E) Resposta da combinação 4,44 µmol $L^{-1}$ BAP + 5,36 µmol $L^{-1}$ ANA. (D) Reposta da combinação 2,22 µmol $L^{-1}$ BAP + 5,36 µmol $L^{-1}$ ANA.

A organogênese é caracterizada pela produção de uma estrutura unipolar em conexão vascular com o tecido vascular pré-existente e ocorre com o subsequente desenvolvimento de um primórdio de gema vegetativa ou raiz (KERBAUY, 2008). Essa expressão pode acontecer de forma direta ou indireta. No primeiro caso, a partir do explante primário, dá-se a formação de um órgão ou meristemóide. A forma indireta, por sua vez, ocorre a partir da desdiferenciação do explante, resultando na formação de calos, que podem ser definidos como a proliferação de massas de células não diferenciadas, conduzindo à formação de meristemas morfogenéticos que originam raízes ou brotos (GRATTAPAGLIA; MACHADO, 1998).

A resposta morfogênica obtida com o explante de gérbera utilizado foi a indução e proliferação de gemas adventícias. Segundo Hasbullah et al. (2008), na região basal do pecíolo das folhas dessa espécie identifica-se elementos vasculares que contém células competentes para diferenciação ou desdiferenciação quando ativadas pelos

fitorreguladores. Neste caso, de acordo com Guerra et al. (2017), dependendo da concentração do fitorregulador empregado, essas células parenquimáticas próximas dos feixes vasculares tornam-se meristemáticas e grupos celulares (meristemóides) se desenvolvem de forma direta, que induz a formação de brotos. Essa resposta foi notada na maioria dos tratamentos utilizados nesta pesquisa (Figura 7).

No entanto, conforme Guerra et al. (2017), a desdiferenciação das células parenquimáticas e a organização dos meristemóides também pode ser induzida pelos fitorreguladores a originar calos, sendo esta a forma indireta constatada em todos genótipos, dependendo da combinação entre os fitorreguladores BAP e ANA, como descrito anteriormente.

Rahman et al. (2014) utilizaram em seus estudos capítulo floral jovem, pedúnculo floral e folha como explantes na micropropagação da gérbera com flor vermelha. Os autores declararam que o tratamento com 8,88 µmol $L^{-1}$ de BAP apontou a maior taxa de multiplicação e que não houve diferença entre os tipos de explantes utilizados. Resultados dos autores corroboraram com a presente pesquisa na obtenção de calos no tratamento com auxina, porém é importante destacar que neste estudo foi utilizado folha com pecíolo como explante.

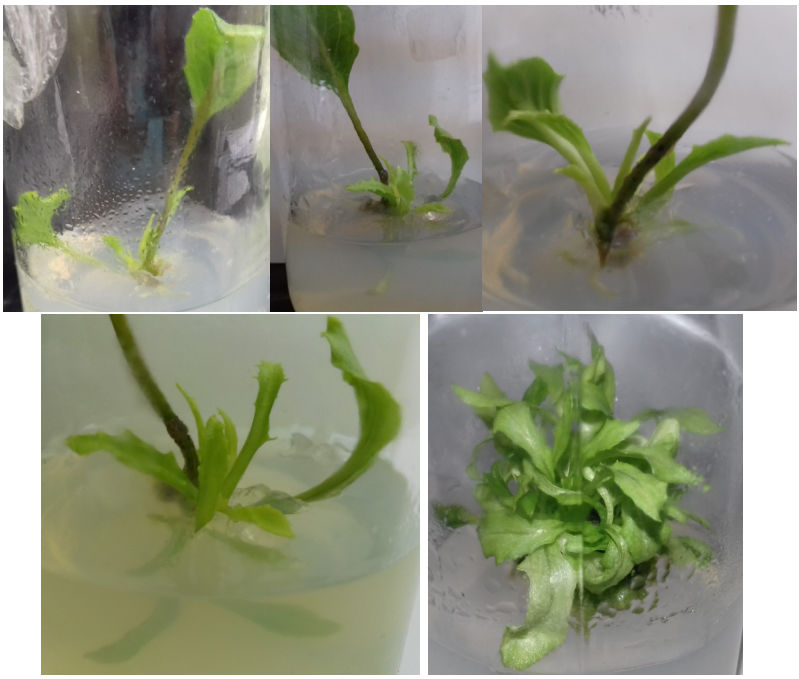


Figura 7. Resposta morfogênica de indução e proliferação de gemas adventícias no explante folha peciolada dos sete genótipos de gérbera estudados.

Akter et al (2012), utilizaram em suas pesquisas vários explantes de gérbera (capítulo floral jovem, pecíolo, pedúnculo floral e folha) para micropropagação. Esses autores perceberam que todos explantes também formaram calos nos tratamentos com BAP + ANA (µmol $L^{-1}$): 2,22 + 2,68; 2,22 + 5,36. Dentre os explantes, relataram a maior taxa de multiplicação naqueles oriundos de capítulo floral jovem.

Prasad (2014) estabeleceu um protocolo de micropropagação de gérbera via embriogênese somática a partir de explantes oriundos de pedúnculo floral e folhas. Para indução de calos, testou diferentes combinações de AIB (ácido indol-butírico), ANA e 2,4-D e observou que explantes de folhas exibiram maior porcentagem de formação de calos do que explantes oriundos de pedúnculo floral na concentração de 6,78 µmol $L^{-1}$ de 2,4-D. Para indução e formação de brotações, testou diferentes concentrações de BAP e cinetina e confirmou a maior taxa de multiplicação na concentração de 6,66 µmol $L^{-1}$ de BAP. Essa concentração com maior taxa de multiplicação é próxima da utilizada nas condições dessa pesquisa.

Resultados semelhantes foram encontrados por Aswath e Choudhary (2002), que estabeleceram um protocolo de micropropagação das gérberas AV101 e AV108 (Shri Ramco Biotech Ltda, Índia) via embriogênese somática a partir de folhas. Na fase de obtenção dos calos, os autores verificaram que não houve diferença entre os genótipos em questão e que a maior porcentagem de formação de calos foi obtida na concentração de 1,77 µmol $L^{-1}$ de BAP e 21,48 µmol $L^{-1}$ de ANA. Para indução à brotação, testaram diferentes combinações de BAP e ANA e descreveram que os genótipos manifestaram diferentes repostas às combinações dos fitorreguladores, mas que o tratamento com 4,44 µmol $L^{-1}$ de BAP e 10,75 µmol $L^{-1}$ de ANA foi o que proporcionou a maior formação de brotos e que não houve diferença entre os genótipos nessa combinação.

Hussein et al. (2008) utilizaram como explante folha com pecíolo de plantas já estabelecidas *in vitro* para micropropagação da gérbera 'SHTC3' (SHTC Company, Egito), e declararam que a concentração de 8,88 µmol $L^{-1}$ de BAP proporcionou a maior taxa de produção de brotos. Essa concentração de BAP também foi a mais eficiente na produção de brotações nas condições deste trabalho.

De acordo com os dados investigados nesta pesquisa, os fitorreguladores induziram os explantes à formação de calos, mas para a maioria dos tratamentos o estímulo induziu a formação de brotações.

Hasbullah et al. (2008) utilizaram os explantes folhas, pecíolos e raízes de plantas estabelecidas *in vitro* para regeneração de gérberas. Para formação de calos, notaram que os explantes originados de folhas apresentaram maior taxa em meio MS suplementado com BAP e 2,4-D. Para indução de brotações, os explantes oriundos de pecíolos formaram mais brotos em meio suplementado com 8,88 µmol $L^{-1}$ de BAP e 2,68 µmol $L^{-1}$ de ANA. Essa concentração também produziu brotações nas condições desse experimento, atentando-se para o fato de ter sido utilizado folha com pecíolo como explante.

A citocinina sozinha mostrou resposta significativa nas condições desta pesquisa e proporcionou a produção de brotações. Por outro lado, quando foi adicionado a auxina constatou-se uma maior produção de brotações, mostrando o efeito positivo da mesma.

George et al. (2008) mostraram que as auxinas (AIB, ANA e 2,4-D) estimulavam diretamente as fases iniciais do alongamento celular, fazendo com que as células responsivas transportassem ativamente íons de hidrogênio para fora da célula e diminuíssem o pH em torno das células. Esta acidificação da região da parede celular ativa proteínas de afrouxamento de parede conhecidas como "expansões" para permitir o deslizamento de microfibrilas de celulose na parede celular e quebra de ligações em polissacarídeos de parede, permitindo que estas se estiquem mais facilmente e aumentem o crescimento da brotação mais rapidamente.

As auxinas controlam dois processos principais em colaboração com as citocininas, isto é, o ciclo celular e a divisão celular por um lado e o alongamento celular por outro. A relação auxina/citocinina representa um sinal importante na formação do fenótipo celular e também no surgimento e manutenção do processo de divisão celular. A ativação do alongamento celular pela auxina é mediada pelo aumento do efluxo de prótons. Divisões celulares normais requerem sincronia entre a fase S e a divisão celular, sugerindo que os níveis de auxina e citocinina nas culturas precisam ser cuidadosamente combinados (George et al., 2008).

Orlikowska et al. (1999) utilizaram folha com pecíolo como explante inicial e avaliaram a multiplicação *in vitro* das cultivares de gérbera 'Boy', 'Mariola', 'Rebecca', 'Amber', 'Ferrari', 'Sundance' e 'Tamara' em diferentes combinações de fitorreguladores. Os autores concluíram que existe a relação genótipo-dependente entre as cultivares e que todos genótipos exibiram maior taxa de multiplicação nas combinações de 4,44 µmol $L^{-1}$ de BAP + 0,34 µmol $L^{-1}$ de AIA, sendo que 'Mariola' foi mais produtivo que os demais. Assim, mostraram o maior efeito da indução de brotações devido a presença da auxina.

## 4 I CONCLUSÃO

Estabeleceu-se a micropropagação de sete genótipos de gérbera ('Pacific', 'Igloo', 'Igor', 'Mephisto', GA, GR e GL) a partir do explante folha peciolada.

A combinação 8,88 µmol L-1 BAP + 5,36 µmol L-1 ANA mostrou-se eficiente para produção de brotos em todos os sete genótipos de gérbera estudados.

## REFERÊNCIAS

AKTER, N.; HOQUE, M.I.; SARKER, R.H. ***In vitro* propagation in three varieties of gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus.) from flower bud and flower stalk explants**. Plant Tissue Culture & Biotechnology, Bangladesh, v.22, n.2, p.143-152, 2012.

ASWATH, C.; CHOUDHARY, M.L. **Mass propagation of gerbera (*Gerbera jamesonii*) through shoot culture**. Indian Journal of Horticulture, v.59, p. 95-99, 2002.

CARDOSO, J.C.; SILVA, J.A.T. **Gerbera micropropagation**. Biotechnology Advances, v.1, n.1, p.1-14, 2013.

INFOAGRO. **El cultivo de la gerbera**. Disponível em: http://www.infoagro.com/flores/flores/gerbera.htm. Acesso em: março de 2018.

JUNGHANS, T.G.; SOUZA, A.S. **Aspectos práticos da micropropagação de plantas**. 2 ed. Brasília, DF : Embrapa, 2013, 407p.

GEORGE, E.F.; HALL, M.A.; DE KLERK, G. (Org.). **Plant Propagation by Tissue Culture**. 3. ed. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2008. 504 p. v. Volume 1. The Background.

GUERRA, M.P.; NODARI, R.O.; FRAGA, H.P.F.; VIEIRA, L.N.; FRITSCHE, Y. FIT5507 – **BIOTECNOLOGIA I: APOSTILA**. Disponível em: <http://lfdgv.paginas.ufsc.br/files/2014/08/Apostila-Biotec-2016.1-Final.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2018.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, A. **Micropropagação**. In: TORRES, A.C., CALDAS, L.S., BUSO, J.A. (Ed.). Cultura de Tecidos e Transformação Genética de Plantas, Brasília, v. 1, 1998, p.183-260.

HASBULLAH, N.A.; TAHA, R.M.; AWAL, A. **Growth optimization and organogenesis of *Gerbera jamesonii* Bolus ex Hook f. in vitro**. Pakistan Journal of Biological Sciences, v. 11, n. 11, p. 1449-1454, 2008.

HUSSEIN, G.M.; ISMAIL, I.A.; HASHEM, M.E.S.; MINIAWY, S.M.E.M.; ABDALLAH, N.A. ***In vitro* regeneration of gerbera**. Agriculture and Forestry - Research, v. 58, p. 97-102, 2008.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 452p.

KUMARI, S.; KUMAR, A.P.; SARKHEL, S.; SINGH, P.; KUMAR, R. **Standardization of *in vitro* mass multiplication protocol for gerbera cv. Partrizia**. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, v.7, n.4, p.514-519, 2018.

MURASHIGE, T.; SERPA, M.; JONES, J.B. **Clonal multiplication of gerbera through tissue culture**. HortSciense, v.9, n.3, p.175-180, 1974.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. **A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures**. Physiologia Plantarum, v. 15, n. 1, p. 473- 497, 1962.

ORLIKOWSKA, T.; NOWAK, E.; MARASEK, A.; KUCHARSKA, D. **Effects of growth regulators and incubation period on *in vitro* regeneration of adventitious shoots from gerbera petiole**. Plant Cell Tissue and Organ Culture, v. 59, p. 95-102, 1999.

PAWŁOWSKA, B.; ŻUPNIK, M.; SZEWCZYK-TARANEK, B.; CIOĆ1, M. **Impact of LED light sources on morphogenesis and levels of photosynthetic pigments in *Gerbera jamesonii* grown *in vitro***. Horticulture, Environment, and Biotechnology, v.59, n.1, p.115-123, 2018.

PRASAD, M.P. ***In vitro* optimization of growth hormones in the micropropagation of gerbera species**. International Journal of Current Biotechnology, v. 2, n. 2, p. 1-5, 2014.

RAHMAN, M.; AHMED, B.; ISLAM, R.; MANDAL, A.; HOSSAIN, M. A **Biotechnological approach for the production of red gerbera (*Gerbera Jamesonii* Bolus)**. Nova Journal of medical and Biological Sciences, v.2, n.1, p.1-6, 2014.

REN, G.; LI, L.; HUANG, Y.; WANG, Y.; ZHANG, W.; ZHENG, R.; ZHONG, C.; WANG, X. **GhWIP2, a WIP zinc finger protein, suppresses cell expansion in Gerbera hybrida by mediating crosstalk between gibberellin, abscisic acid, and auxin**. New Phytologist, p.1-15, 2018.

SHABBIR, K.; AHMAD, T.; HAFIZ, I.A.; HUSSAIN, A.; ABBASI, N.A.; AHMAD, J. ***In vitro* regeneration of *Gerbera jamesonii* cv. Sunglow**. African Journal of Biotechnology, v. 11, n.42, p.9975-9984, 2012.

WINARTO, B.; YUFDY, M.P. **Establishment of *in vitro* propagation protocol of *Gerbera jamesonii* Bolus ex Hook f.: explant and media selection to plantlet acclimatization**. Journal of Agricultural Science, v.28, n.1, p.1-9, 2017.

## SOBRE A ORGANIZADORA

**TAMARA ROCHA DOS SANTOS -** Possui graduação em Agroecologia pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2015), mestrado em Agroecologia pela Universidade Federal de Viçosa (2017) e doutorado em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás (2020). Tem experiência na área de Ciências Agrárias, com ênfase em Agroecologia, atuando principalmente na área de agricultura familiar, produção orgânica, educação ambiental, conservação e manejo do solo, bioenergia.

## ÍNDICE REMISSIVO


### A

Adubação 22, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 74, 89, 105, 143, 206, 207, 208, 209, 211, 212

Alimentação 7, 20, 46, 58, 175, 183, 184, 185, 186, 188, 206, 207, 208

Análise de componentes principais 60, 61, 63, 64, 65, 145, 146

### B

*Bacillus subtilis* 52, 53, 152

### C

Carotenoides 100, 101, 102, 103, 104, 105

Cinzas 35, 36, 38, 40

Clorofilas 100, 101, 102, 103, 104, 105

Cultivares 2, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 103, 104, 115, 118, 140, 142, 143, 144, 146, 147, 148, 149, 150, 152, 153, 240

Custos de produção 176, 180, 182, 183, 184

### D

Desempenho de leitões desmamados 52

### F

Ficha de avaliação 95, 96, 97, 98

Forragem 205, 206, 208, 211

### G

Gases de efeito estufa 22, 23, 26, 27, 28, 36, 43

Gerenciamento do seringal 96, 98

Grãos 60, 61, 62, 63, 72, 85, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 101, 154, 155, 161, 183, 196, 200, 202, 212

### H

Higiene 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 19, 20

Hortaliças 2, 4, 5, 10, 100, 101, 102, 104, 105, 139, 171, 174, 208

### M

Macrofauna 45, 46, 51

Manejo do solo 45, 46, 243

Mapas de colheita 60, 61, 62, 64, 65

Mecanização 171, 174, 222

Mesofauna 45, 46, 50

Mudas 1, 2, 3, 4, 105, 124, 125, 126, 127, 129, 131, 132, 135, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 207, 228

**N**

Nutrição foliar 30, 31

Nutrição mineral 28, 34, 137

**O**

Oxido nitroso 22, 23, 26

**P**

Pecuária leiteira 176, 179, 185, 187

Pirólise 35, 36, 37, 38

Plantio direto 44, 45, 47, 49, 50, 89

Prebióticos em suínos 52

Produção agrícola 61, 68, 113, 196, 213

Produção animal 184, 185, 186, 206

Produtividade 2, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 46, 53, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 71, 72, 81, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 105, 106, 124, 142, 152, 170, 185, 187, 196, 200, 202, 204, 205, 206, 208, 209, 210, 212, 222

**R**

Rastreabilidade genética 125, 131

Regiões brasileiras 175, 176, 177, 179, 185

Resistência 53, 87, 88, 89, 90, 93, 201

**S**

Salinidade 133, 135, 136, 137, 138

Seca 47, 70, 73, 75, 78, 80, 82, 84, 133, 135, 137, 138, 145, 147, 148, 149, 150, 151, 194, 197, 199, 200, 202, 209, 210, 211

Segurança dos alimentos 7, 9, 10, 18

Sementes 73, 76, 79, 89, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 131, 134, 140, 143, 144, 145, 152, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204

Substituição de antimicrobianos 52

**U**

Unidades de produtividade 60, 61, 63, 64, 66, 67, 68

Uso de aditivos na suinocultura 52

# ENGENHARIA AGRONÔMICA:

## Ambientes Agrícolas e seus Campos de Atuação

## 2

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2021

# ENGENHARIA AGRONÔMICA:

## Ambientes Agrícolas e seus Campos de Atuação

## 2

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2021